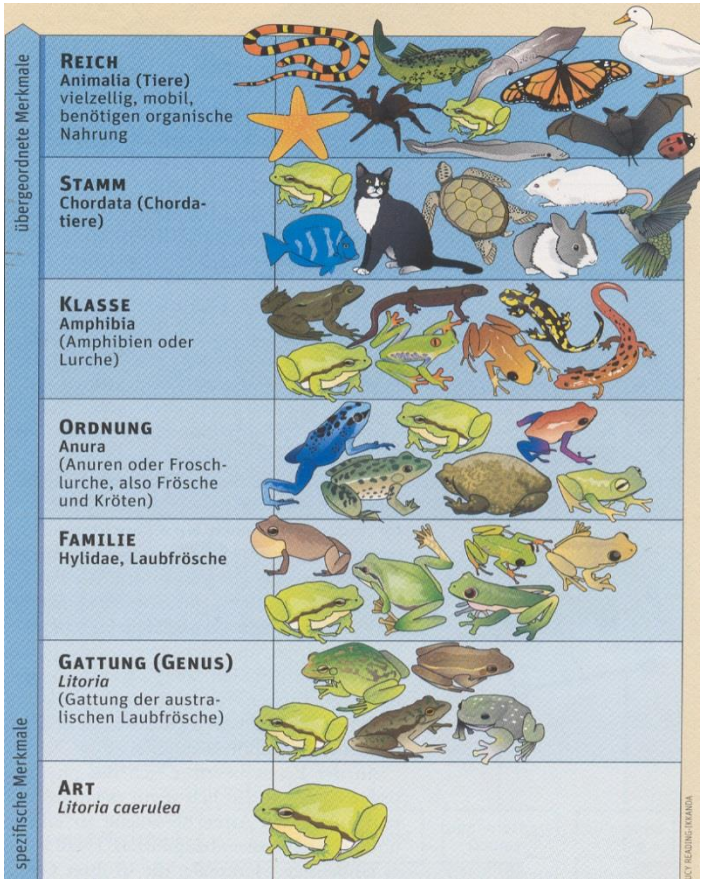
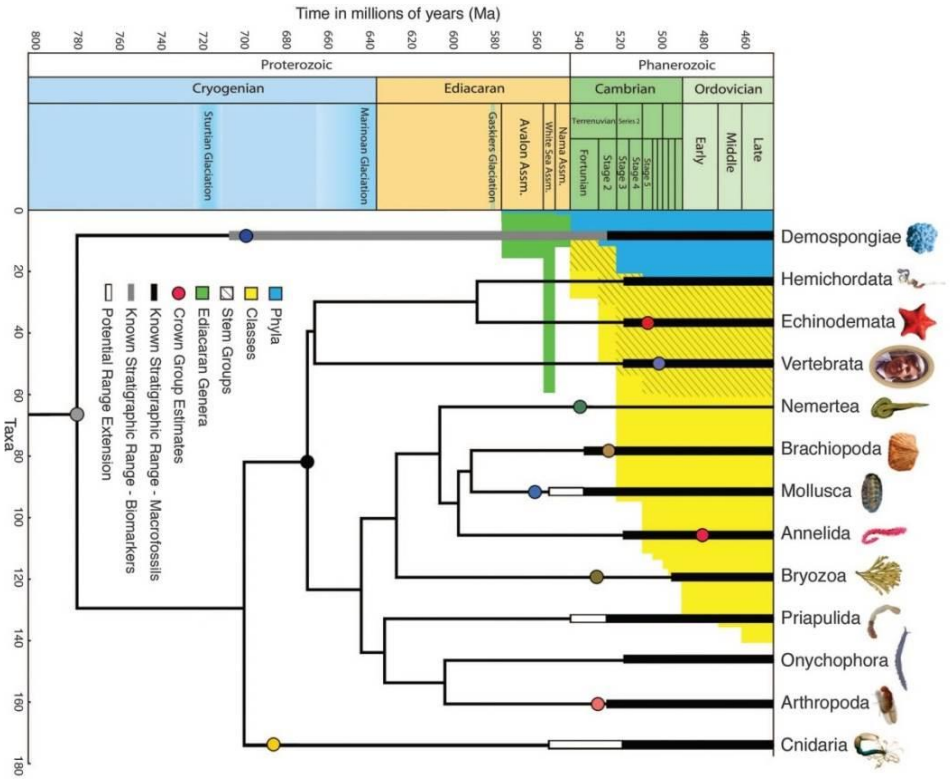
Systematische Zoologie
– oder Zoologische Systematik



- **eine Einführung ins Reich der Tiere**



Matthias Glaubrecht

CeNak
Centrum für Naturkunde

Systematische Zoologie

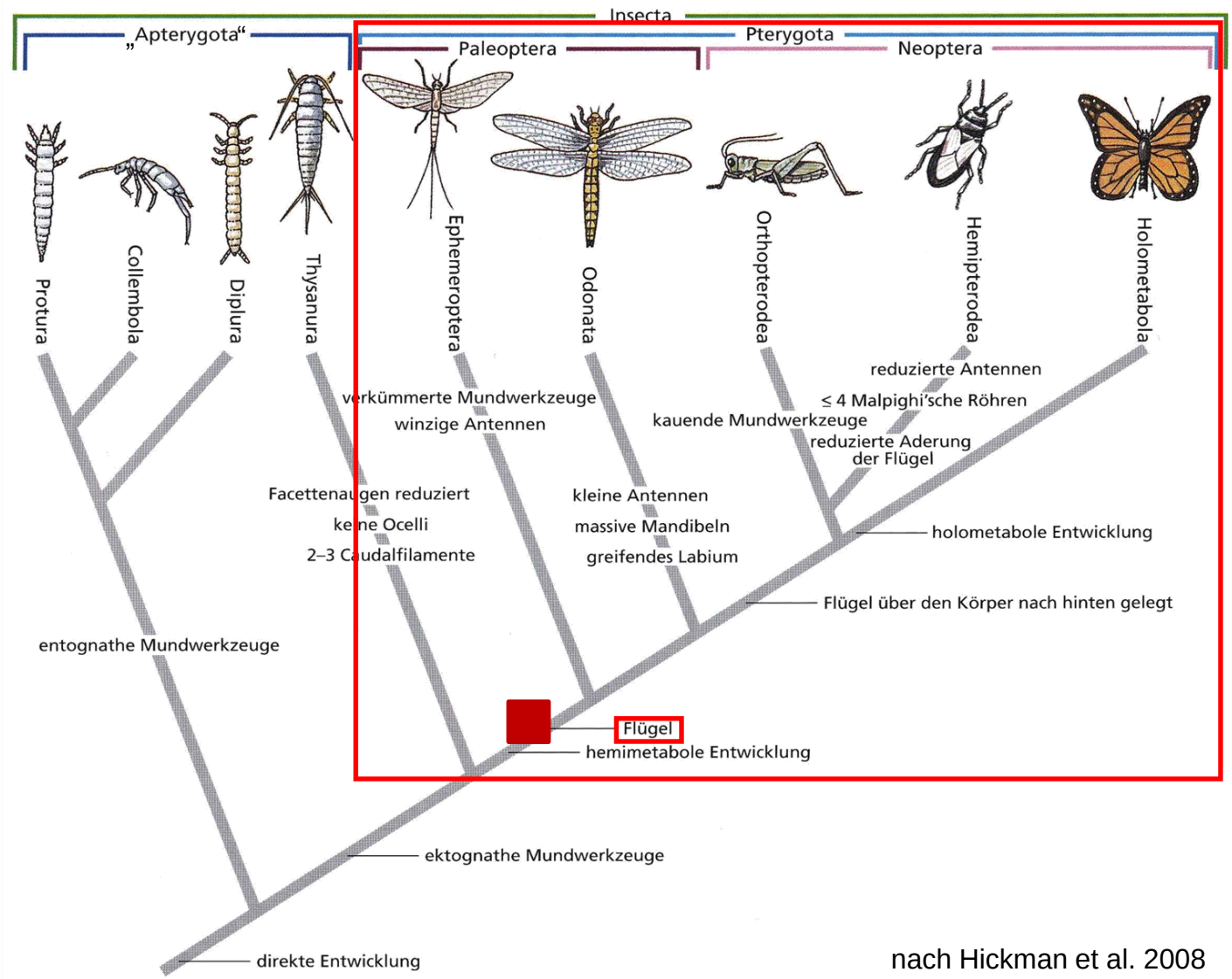
- **Die Vorlesung – *Was werden Sie hören ?***

Biodiversität der Tiere 9:45-11:15 Großer Hörsaal
61-011 Systematische Zoologie

Termin	KW	Datum	Thema	
1	14	2. Apr.	Einführung Zool. Systematik, Protista	
2	15	9. Apr.	Einführung, Metazoa	
3	16	16. Apr.	Metazoa, Bilateria	Protostomia
4	17	23. Apr.	Platyzoa - Mollusca	
5	18	30. Apr.	Annelida - Nematoda	
6	19	7. Mai.	Ecdysozoa: Chelicerata	
7	20	14. Mai.	Crustacea	
		Christi Himmelfahrt 21. Mai		
8	22	28. Mai.	Myriapoda - Insecta	
		Pfingstunterbrechung 4. Juni		
9	24	11. Jun.	Deuterostomia, Echinodermata	Deuterostomia
10	25	18. Jun.	Acrania, Pisces - Amphibia	
11	26	26. Jul.	Reptilia - Aves	
12	27	02. Jul 20	Mammalia	
	30	24. Jul 20	Haupttermin (Freitag)	
	40	02. Okt 20	Wiederholungstermin (Freitag)	

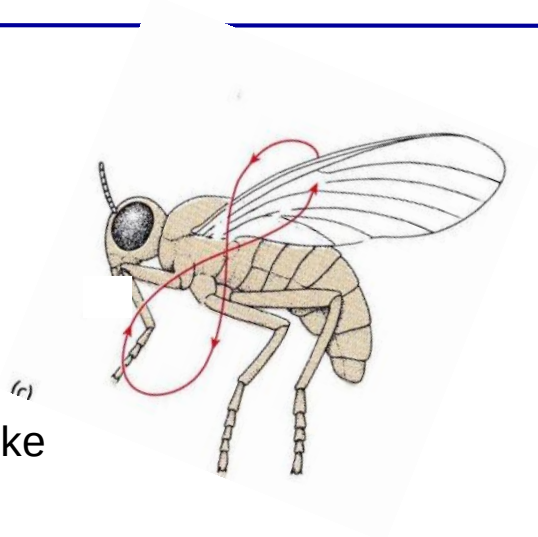
Hexapoda

- **Die „Erfindung“ der Flügel**



nach Hickman et al. 2008

- **Die „Erfindung“ der Flügel**

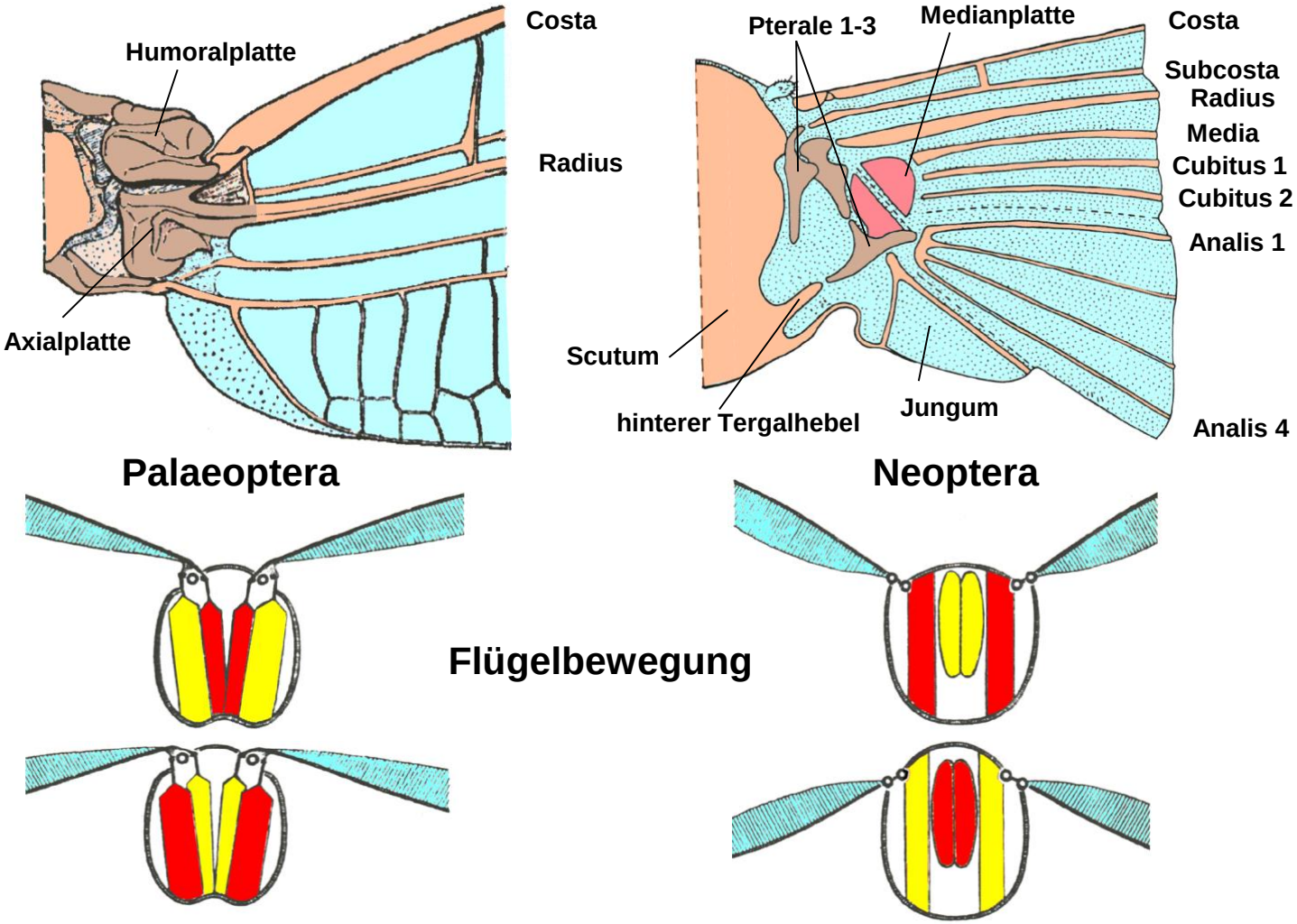


Pterygota

- Flügel an Meso- und Metathorax
- Flügel entwickeln sich aus Paranota der Rückendecke (seitl. Ausfaltungen)
- Flügel besitzen weder Muskulatur, noch Gliederung in gelenkig verbundene Segmente (daher **nicht mit Extremitäten** homologisieren).
- Reduktion einzelner Flügelpaare (Diptera), aller Flügel (Flöhe) oder Umwandlung in z.B. in Deckflügel (Coleoptera)

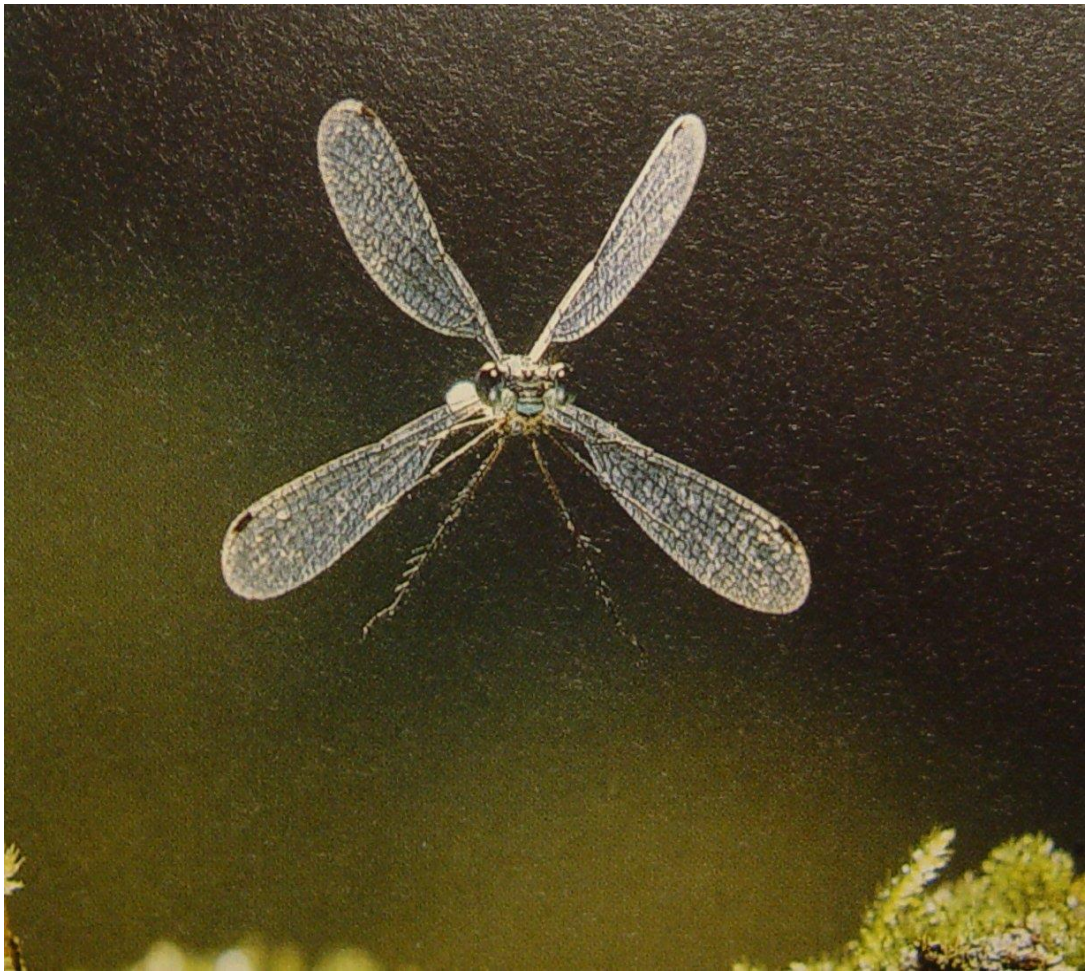
Flügeladern = Mixocoelkanäle
(außerdem normalerweise je 1 Trachee + Nerv)

- **Aderung und Ansatz der Flügel**



direkte (links) vs. **indirekte** Flugmuskulatur (rot = Kontraktion, gelb = Erschlaffung)

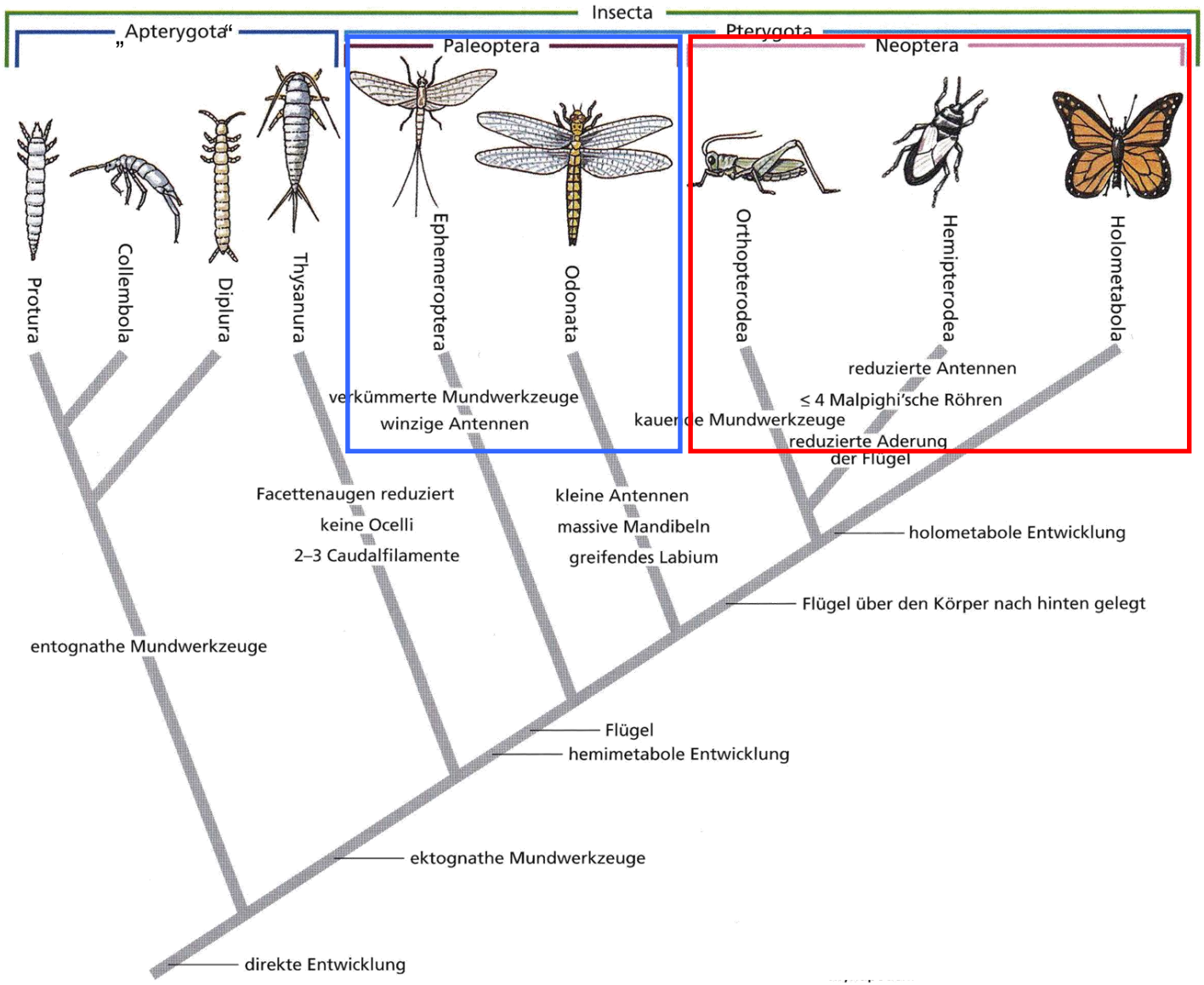
- **Der Flug der Libelle**



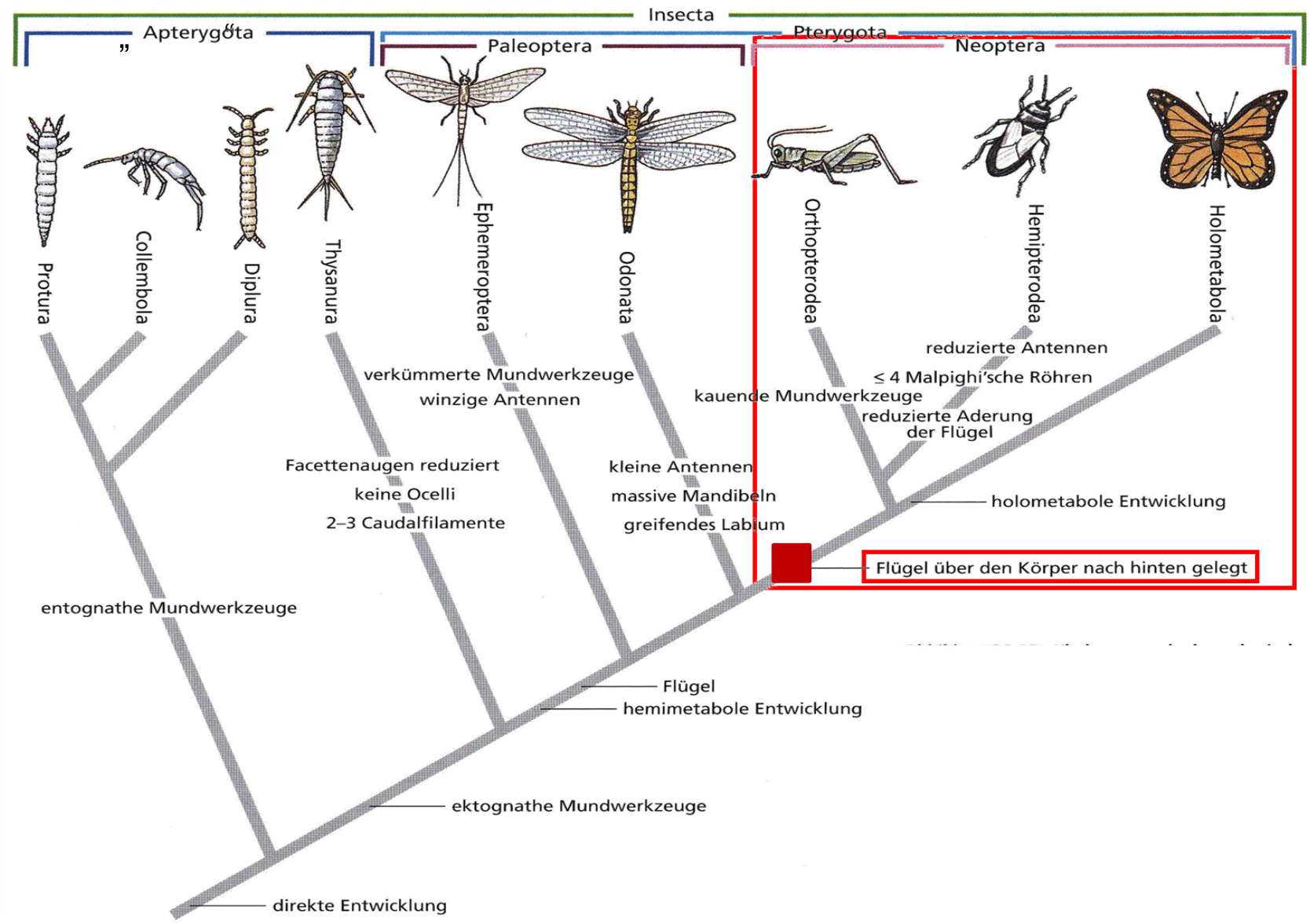
- **Die direkte Flugmuskulatur der Libellen erlaubt ein alternierendes Schlagen der Flügel und damit hohe Fluggeschwindigkeiten bei großer Wendigkeit.**

Hexapoda

- **Palaeoptera vs. Neoptera**



Hexapoda


Insecta
Apterygota
„
Pterygota
Paleoptera
Neoptera
Protura
Collembola
Diplura
Thysanura
Ephemeroptera
Odonata
Orthopterodea
Hemipterodea
Holometabola
verkümmerte Mundwerkzeuge
winzige Antennen
reduzierte Antennen
≤ 4 Malpighi'sche Röhren
kauende Mundwerkzeuge
reduzierte Aderung der Flügel
Facettenaugen reduziert
keine Ocelli
2–3 Caudalfilamente
kleine Antennen
massive Mandibeln
greifendes Labium
holometabole Entwicklung
Flügel über den Körper nach hinten gelegt
entognathe Mundwerkzeuge
Flügel
hemimetabole Entwicklung
ektognathe Mundwerkzeuge
direkte Entwicklung

- **Palaeoptera vs. Neoptera**

Vierfleck-Libelle
Libellula quadrimaculata

- **Autapomorphie Neoptera:**

  Flügel können auf Abdomen zusammengelegt werden

Steinfliege
(Plecoptera)

Hexapoda

- **Odonata (Libellen) – ca. 5.000 Arten**

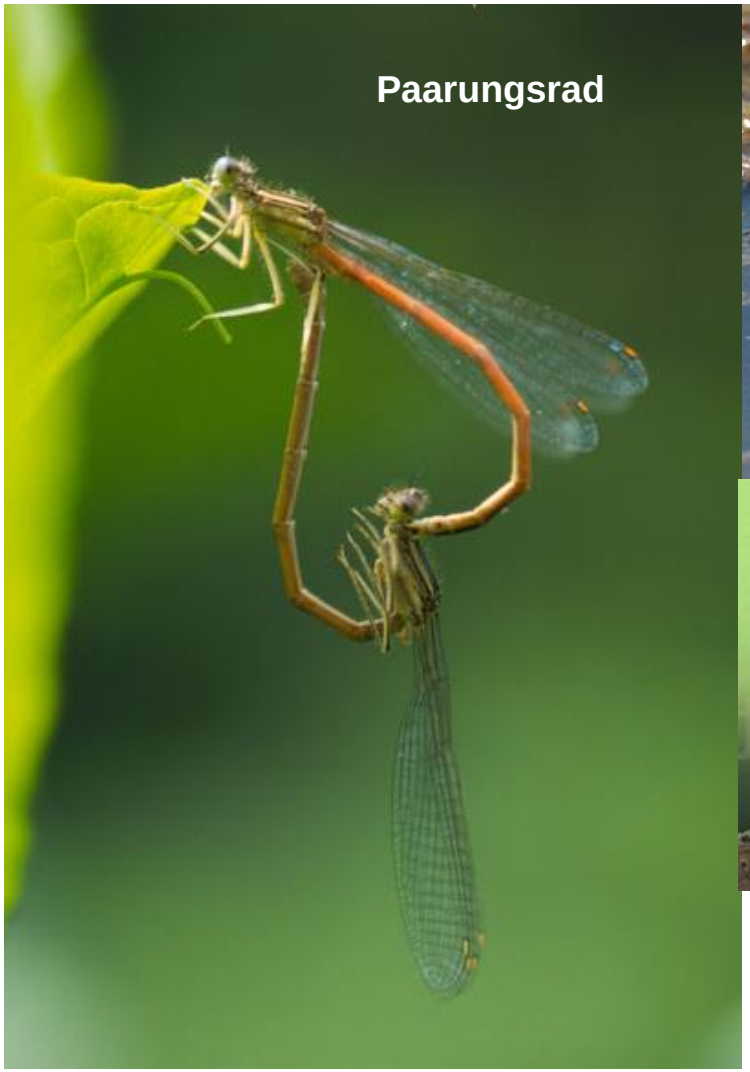
• kauende Mundwerkzeuge
• Legeapparat aus Gonopoden umfunktioniert
• Männchen mit sekundärem Kopulationsorgan am 2. + 3. Abdominalsegment.

Da dieses mit den Gonaden nicht in Verbindung steht, muss das Männchen durch Einbiegen des Abdomens den sekundären Kopulationsapparat vor der Begattung mit Sperma füllen.
Das Weibchen wird mit zangenartigen Fortsätzen des 10. Hinterleibssegmentes hinter dem Kopf gepackt und bringt seine Genitalöffnung an das sekundäre Kopulationsorgan des Männchen (Paarungsrad), Begattung im Flug oder sitzend.

• Fangkorb - können Beute im Flug fangen

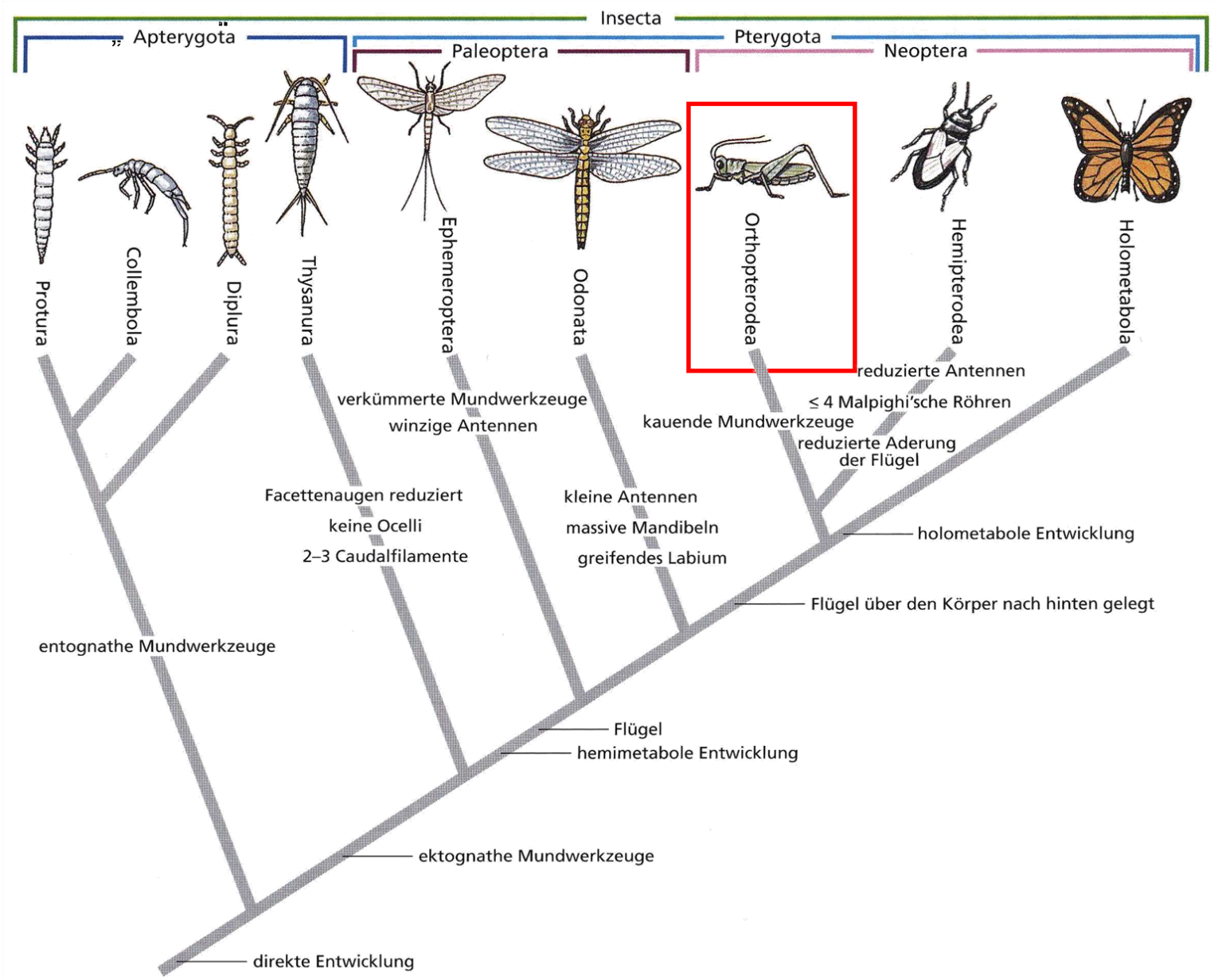
• Taxa
- Anisozygoptera (nur 2 Arten) – lebende Fossilien (Mesozoikum häufig)
- Zygoptera – Flügel gleich groß
- Anisoptera – Flügel ungleich, Hinterflügel basal verbreitert

- **Fortpflanzung der Libellen**



Entwicklung der Libellen

Hexapoda


Insecta
„Apterygota"
Pterygota
Paleoptera
Neoptera
Protura
Collembola
Diplura
Thysanura
Ephemeroptera
Odonata
Orthopterodea
Hemipterodea
Holometabola
reduzierte Antennen
≤ 4 Malpighi'sche Röhren
kauende Mundwerkzeuge
reduzierte Aderung der Flügel
verkümmerte Mundwerkzeuge
winzige Antennen
Facettenaugen reduziert
keine Ocelli
2–3 Caudalfilamente
kleine Antennen
massive Mandibeln
greifendes Labium
holometabole Entwicklung
Flügel über den Körper nach hinten gelegt
entognathe Mundwerkzeuge
Flügel
hemimetabole Entwicklung
ektognathe Mundwerkzeuge
direkte Entwicklung

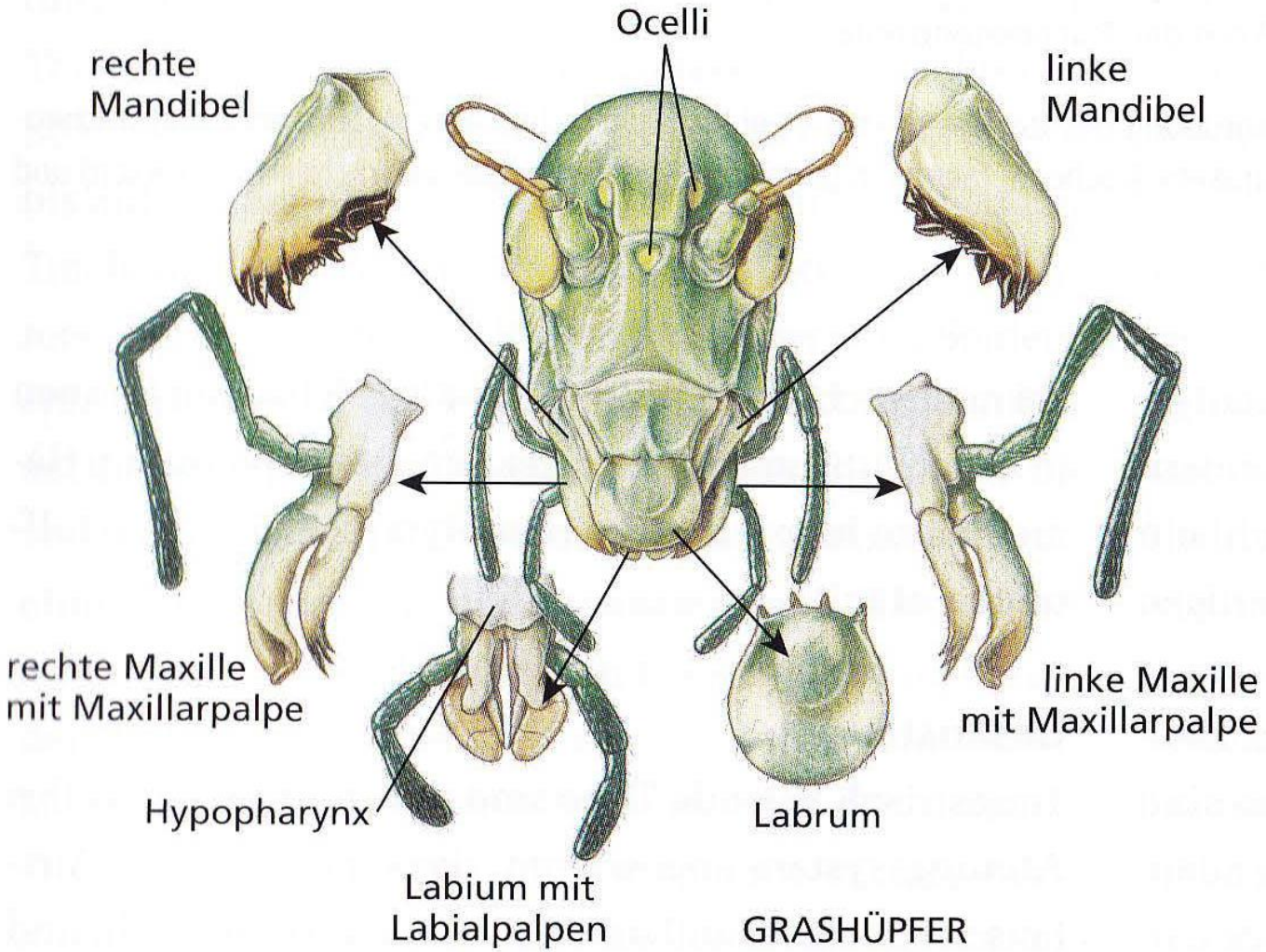
- **Orthopteroidea**

Orthoptera
(Geradflügler)

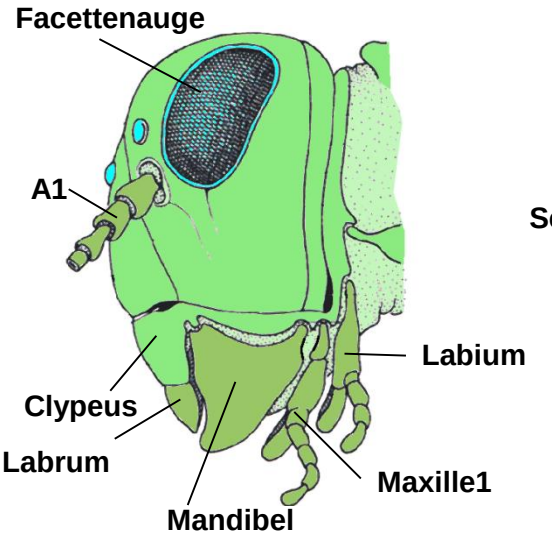
Phasmatodea
(Wandelndes Blatt)

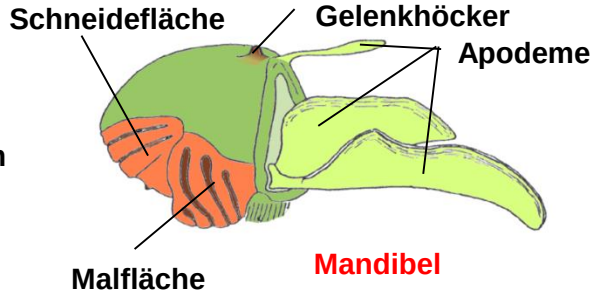
Hexapoda

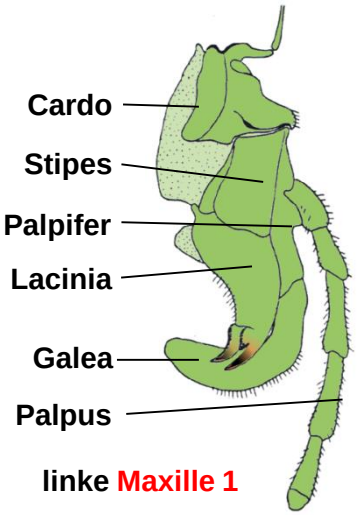
- **Mundwerkzeuge**

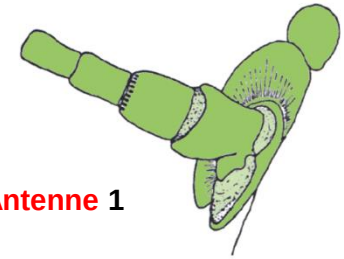


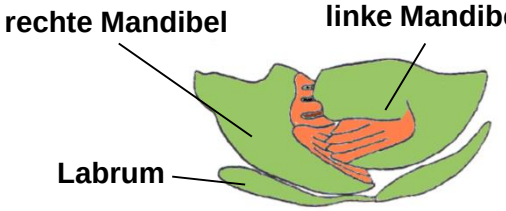
- **Mundwerkzeuge**

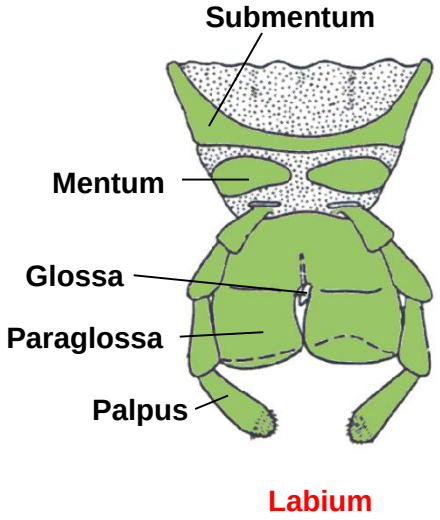






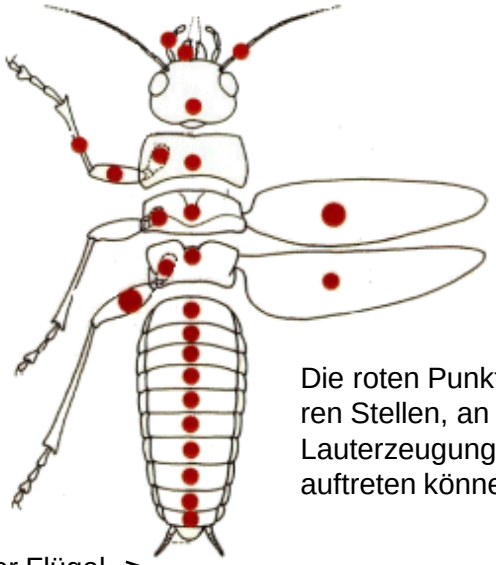




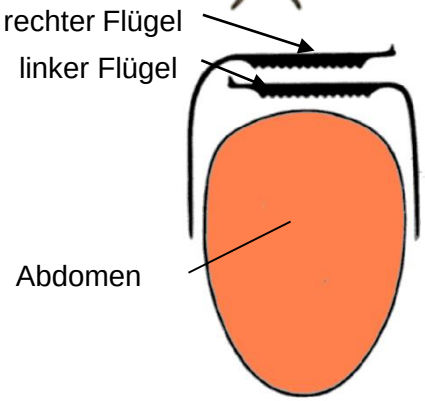


Orthoptera: *Locusta migratoria*

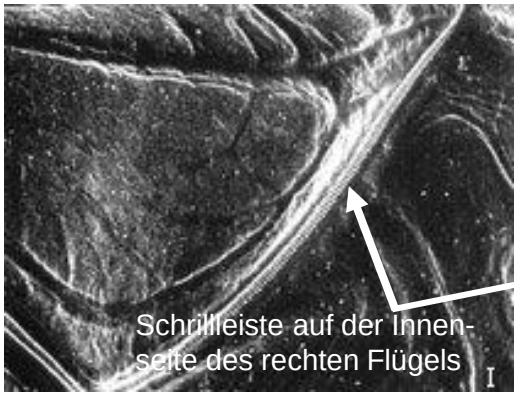
- **Lauterzeugung**

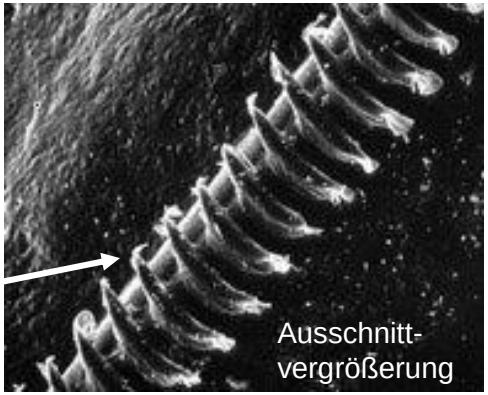


Die roten Punkte markieren Stellen, an denen Lauterzeugungsorgane auftreten können

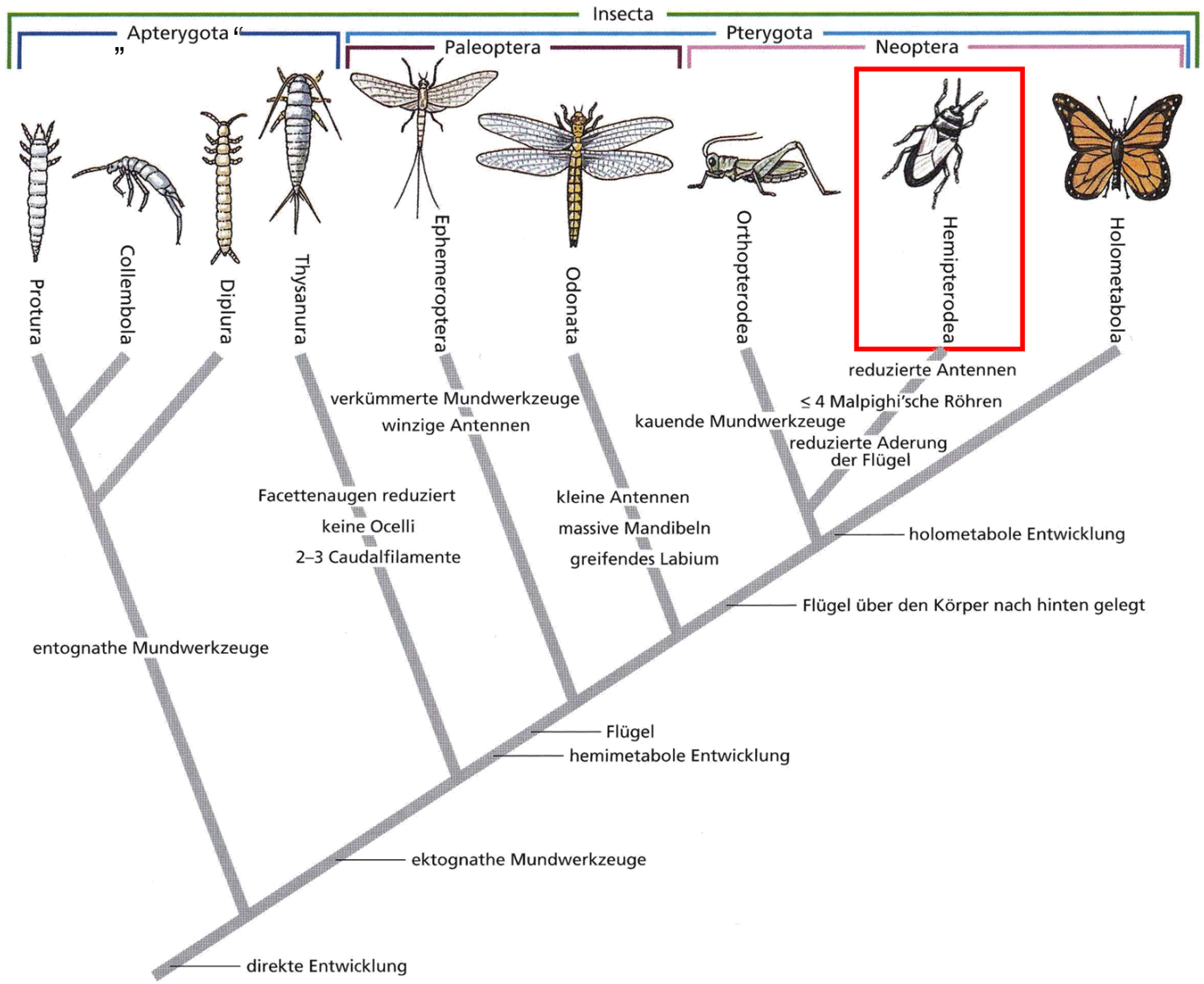


Flügelstellung bei der Grille zur Lauterzeugung (Querschnitt)



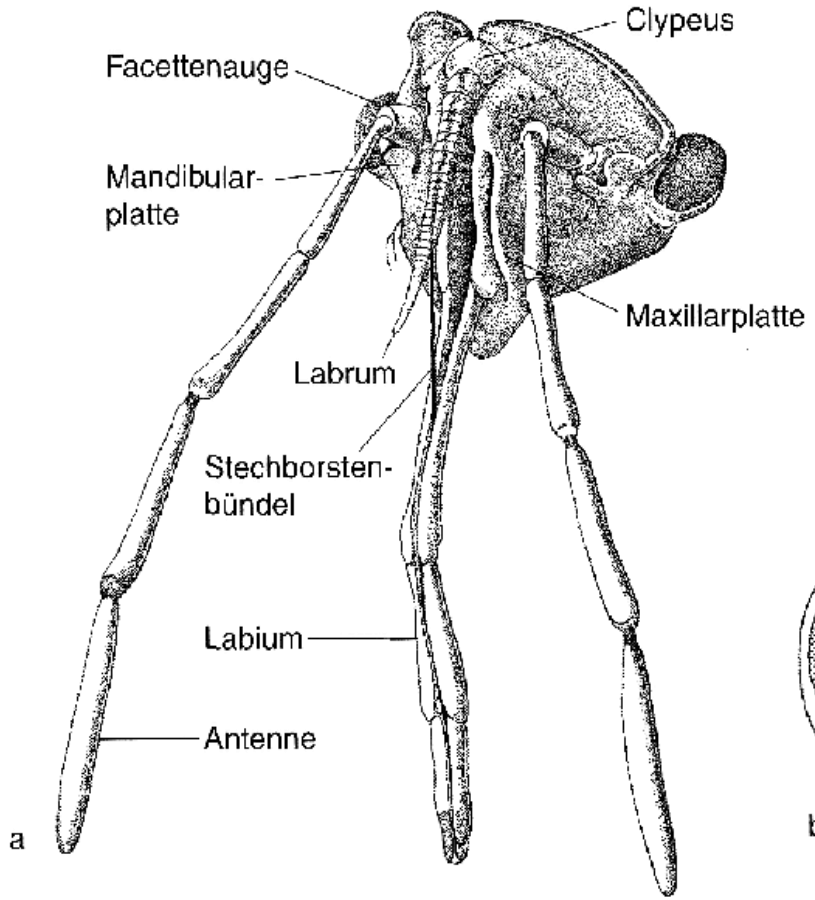


Hexapoda


Insecta
Apterygota
Pterygota
Paleoptera
Neoptera
Protura
Collembola
Diplura
Thysanura
Ephemeroptera
Odonata
Orthopterodea
Hemipterodea
Holometabola
reduzierte Antennen
≤ 4 Malpighi'sche Röhren
verkümmerte Mundwerkzeuge
winzige Antennen
kauende Mundwerkzeuge
reduzierte Aderung der Flügel
Facettenaugen reduziert
keine Ocelli
2–3 Caudalfilamente
kleine Antennen
massive Mandibeln
greifendes Labium
holometabole Entwicklung
Flügel über den Körper nach hinten gelegt
entognathe Mundwerkzeuge
Flügel
hemimetabole Entwicklung
ektognathe Mundwerkzeuge
direkte Entwicklung

Hexapoda

- **Hemiptera - Wanzen, Zikaden, Blattläuse = Pflanzensauger**



Graphosoma spec.

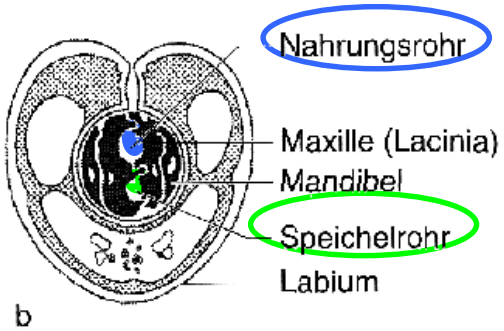


Abb. 139: Kopf und Mundwerkzeuge einer Wanze. a. Gesamtansicht, b. Querschnitt durch den Rüssel.

- **Hemiptera, Pflanzensauger – ca. 80.000 Arten**

Heteroptera
- Flügel in Ruhestellung meist waagerecht auf Rücken
- Vorderflügel stark sklerotisiert
- Labium + Kopfhinterrand durch Gula getrennt

vs.

Homoptera
- Flügel in Ruhestellung meist dachartig über Hinterleib
- beide Flügelpaare membranös
- Gula fehlt

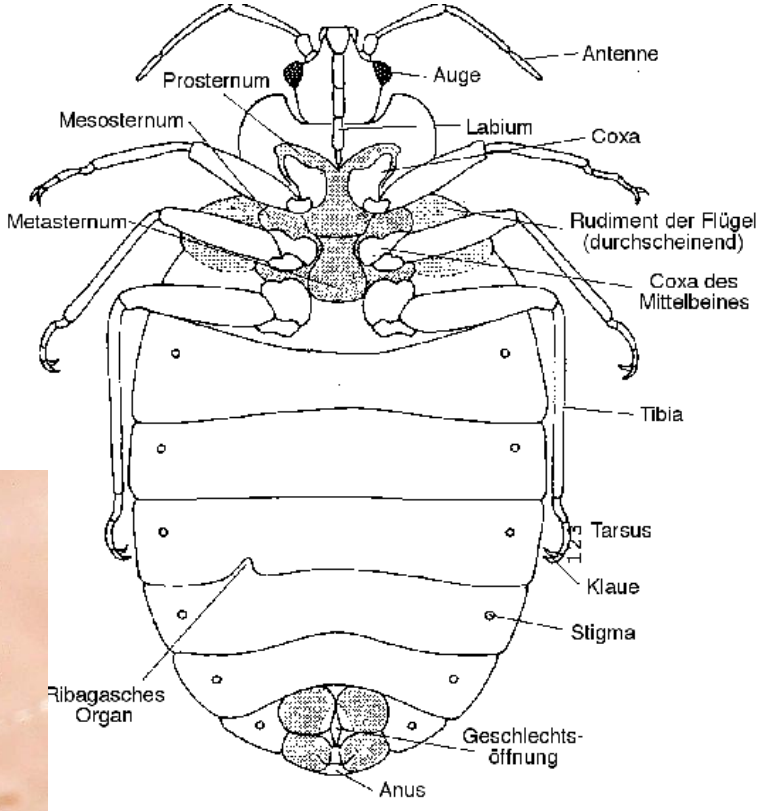
Rotbeinige Baumwanze

Grüne Pfirsichblattlaus

Hexapoda

- **Hemiptera – Heteroptera, Wanzen**

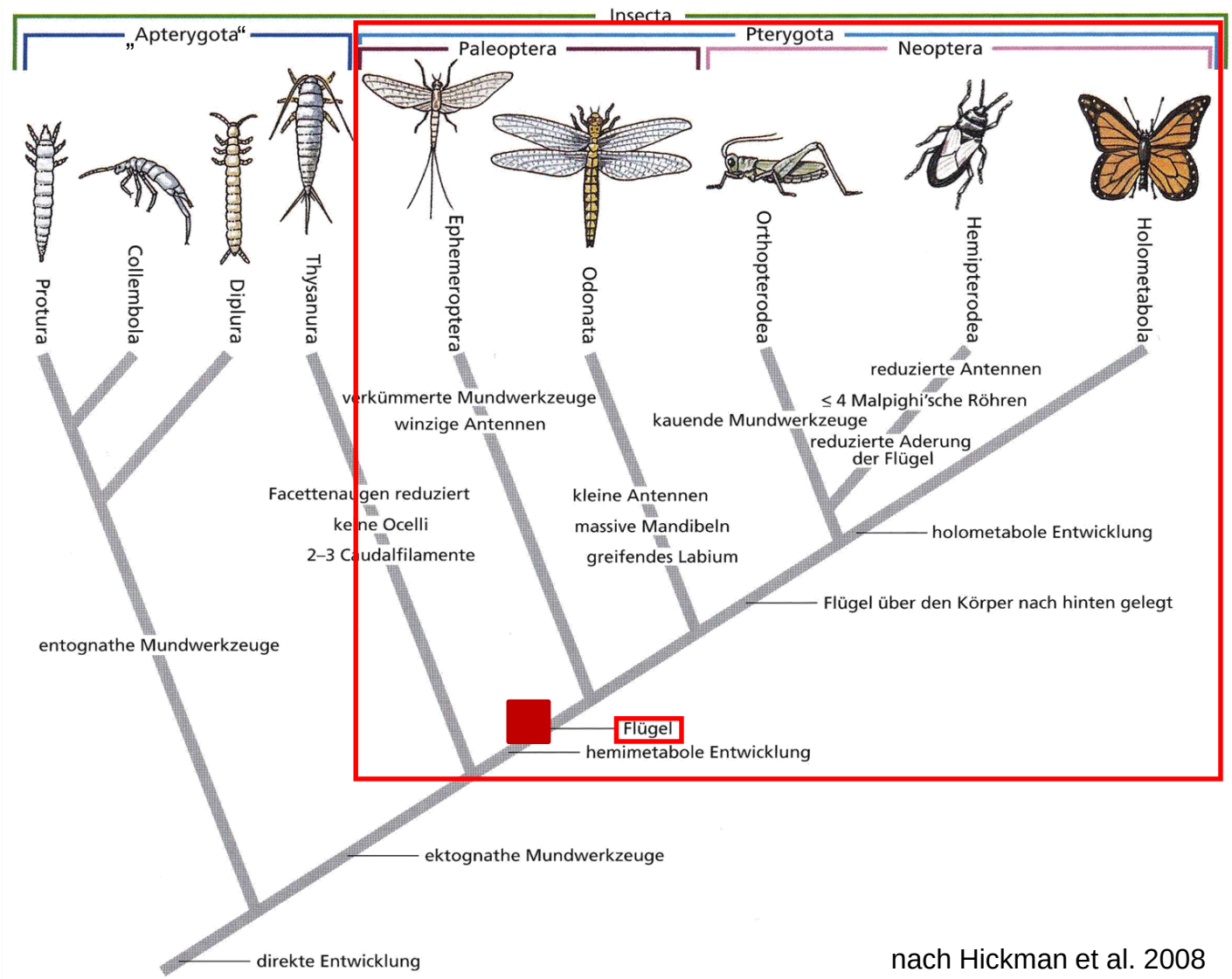
Cimex lectularius
- Bettwanze



Cimex lectularius,
schematische Darstellung der Bettwanze.

Hexapoda

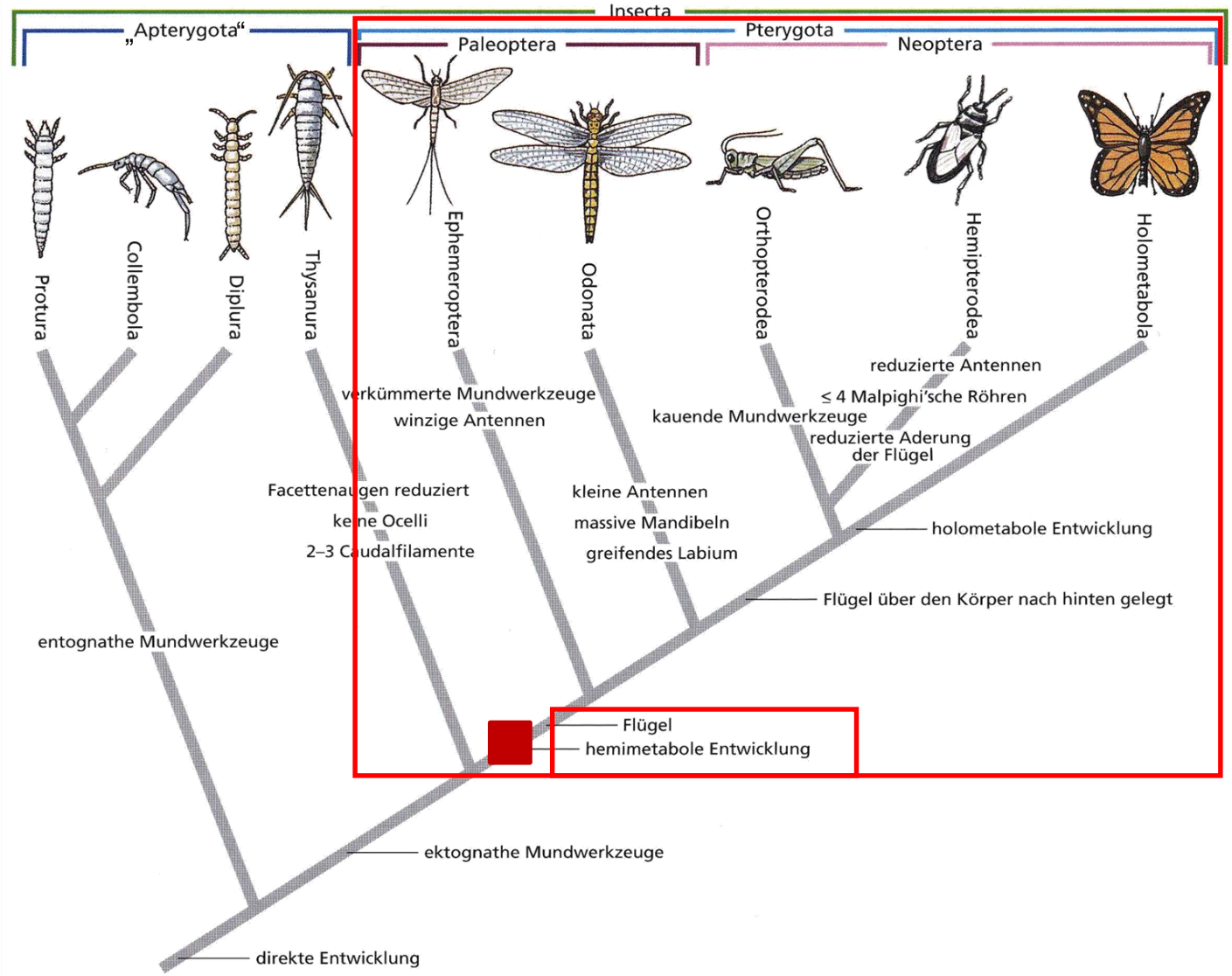
- **Die „Erfindung“ der Flügel**



nach Hickman et al. 2008

Hexapoda

- **Die „Erfindung“ der Hemimetabolie**



- **Entwicklung: HEMIMETABOLIE**

Bsp.: Heteroptera (Wanzen)

Larven

Imagines

Lederwanze (*Coreus marginatus*)

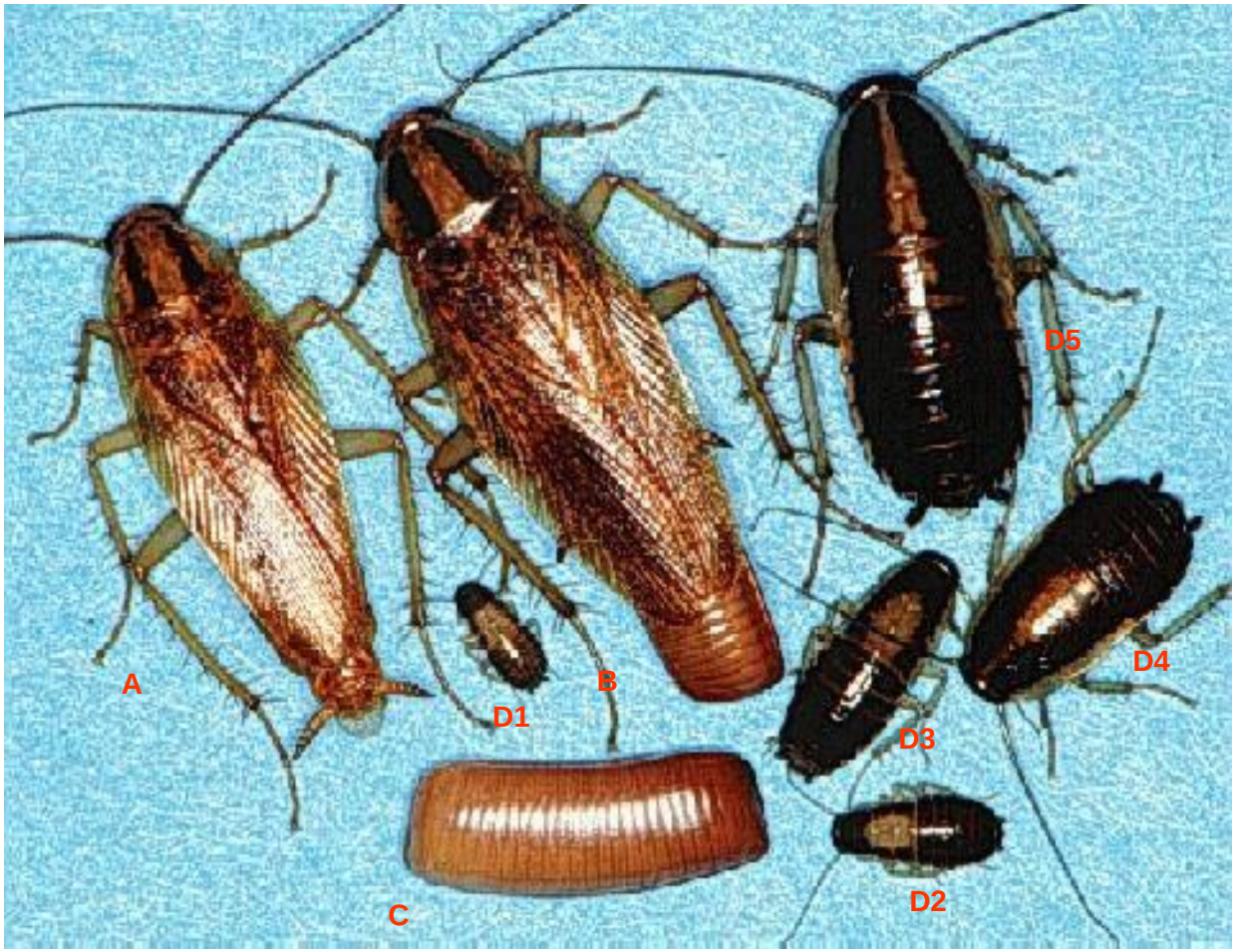
Feuerwanze (*Pyrrhocoris apterus*)

- **Entwicklung: HEMIMETABOLIE**

Bsp.: Ensifera (Langfühlerschrecken)

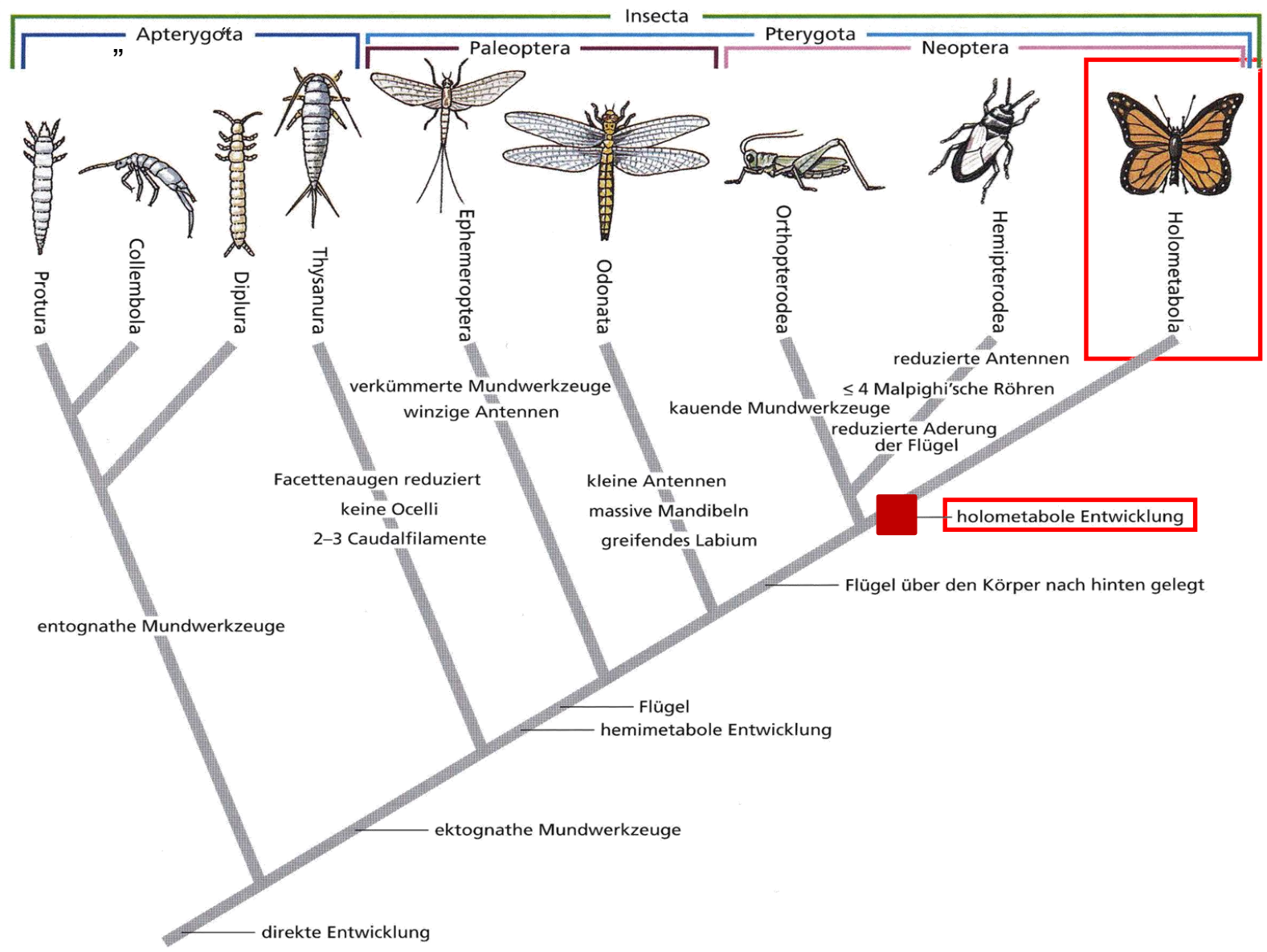
- **Entwicklung: HEMIMETABOLIE**

Bsp.: Blattodea (Schaben)

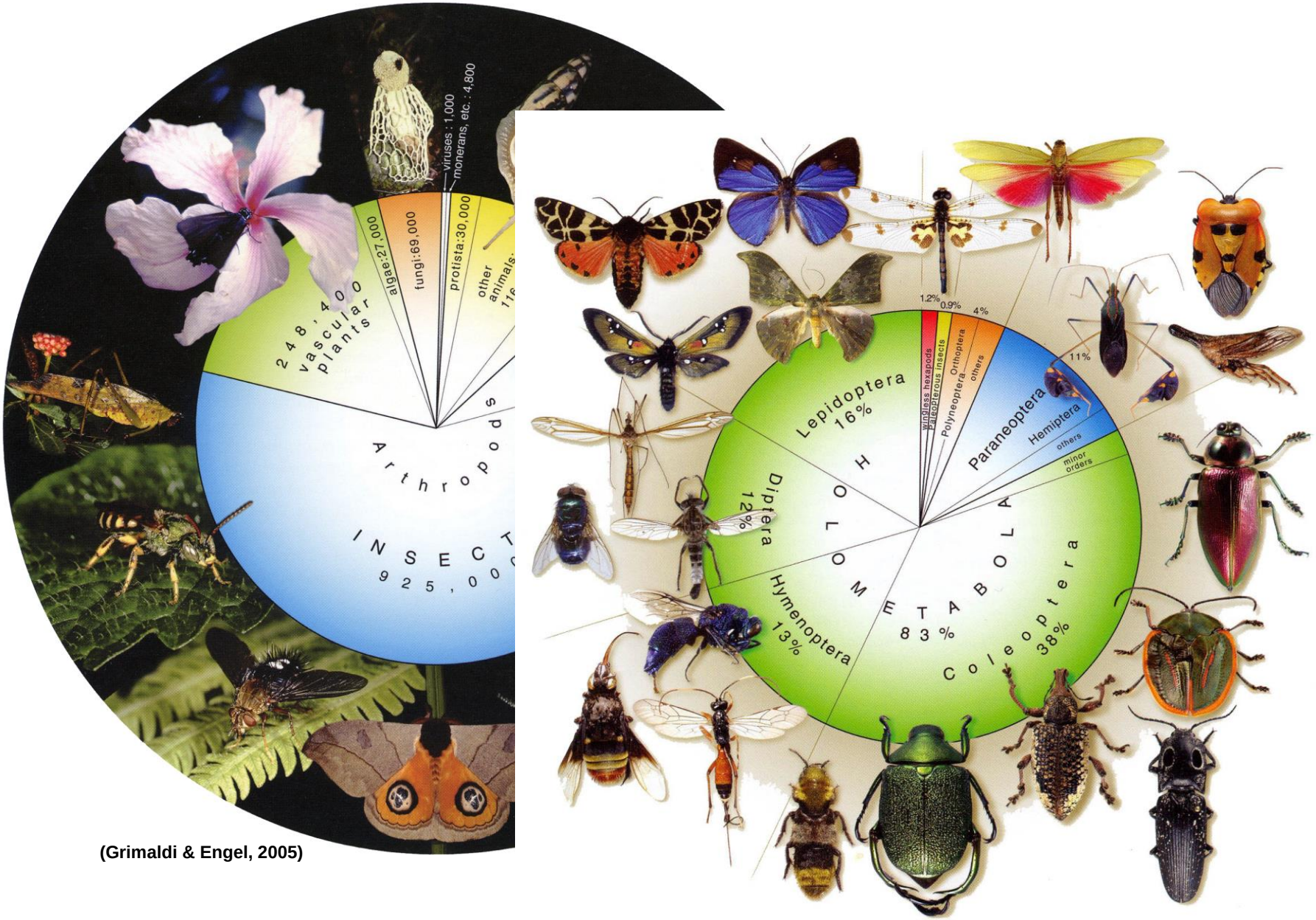


A = Männchen, B = Weibchen mit Cocon, C = Cocon, D1 – D5 = Larven

Hexapoda

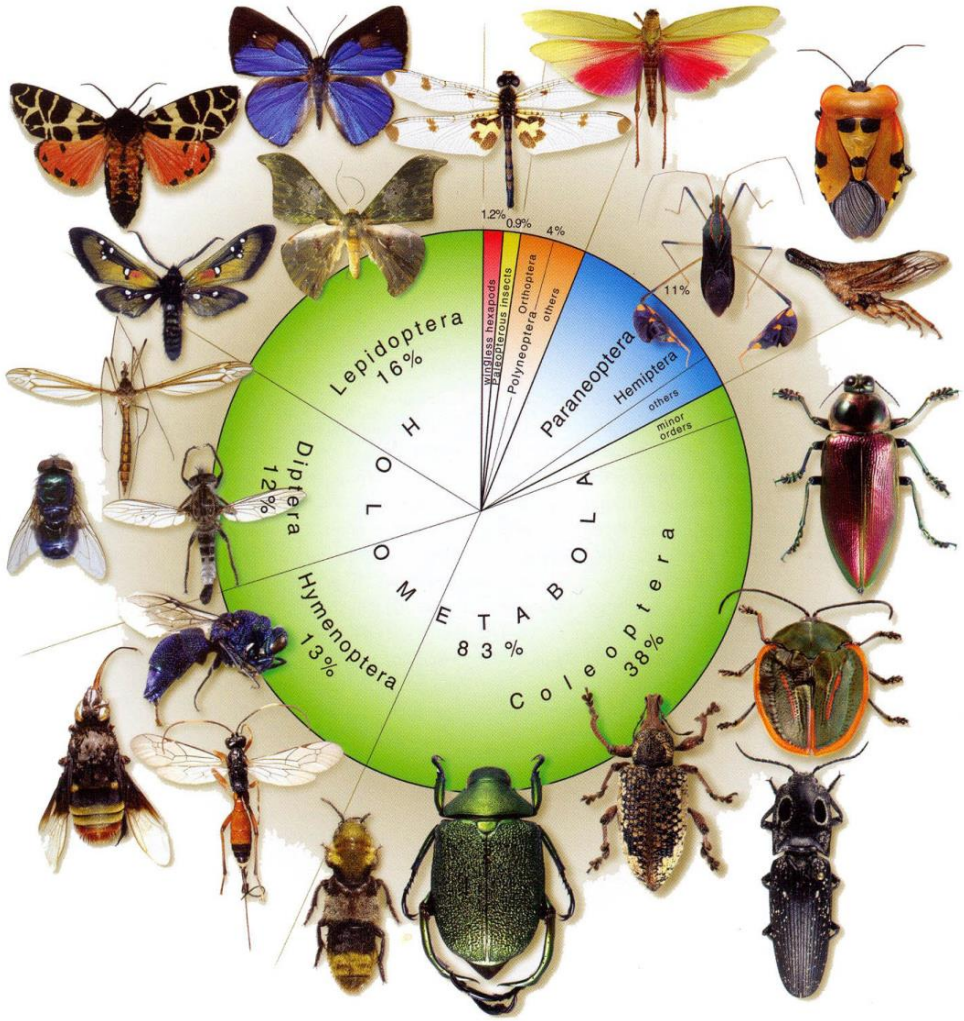

Insecta
Apterygota
Pterygota
Paleoptera
Neoptera
Protura
Collembola
Diplura
Thysanura
Ephemeroptera
Odonata
Orthopterodea
Hemipterodea
Holometabola
reduzierte Antennen
≤ 4 Malpighi'sche Röhren
kauende Mundwerkzeuge
reduzierte Aderung der Flügel
verkümmerte Mundwerkzeuge
winzige Antennen
Facettenaugen reduziert
keine Ocelli
2–3 Caudalfilamente
kleine Antennen
massive Mandibeln
greifendes Labium
holometabole Entwicklung
Flügel über den Körper nach hinten gelegt
entognathe Mundwerkzeuge
Flügel
hemimetabole Entwicklung
ektognathe Mundwerkzeuge
direkte Entwicklung

„In erster Näherung sind alle Tiere Insekten ..." (R. May)



(Grimaldi & Engel, 2005)

ARTENVIELFALT der Insekten

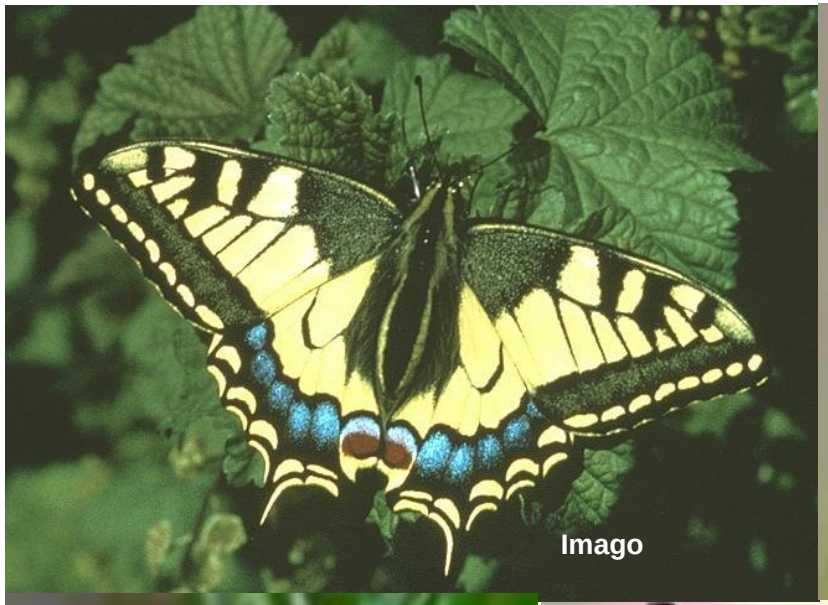


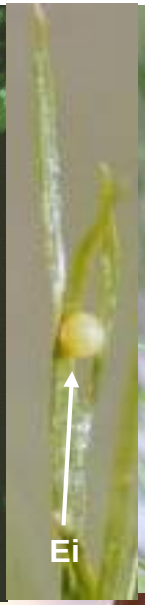
Holometabola:

Schlüsselereignis der Evolution:

- Entkoppelung von Larvenstadium und Adultstadium
- Entkoppelung von Wachstumsphase und Fortpflanzungsphase (Verbreitung)

Hexapoda



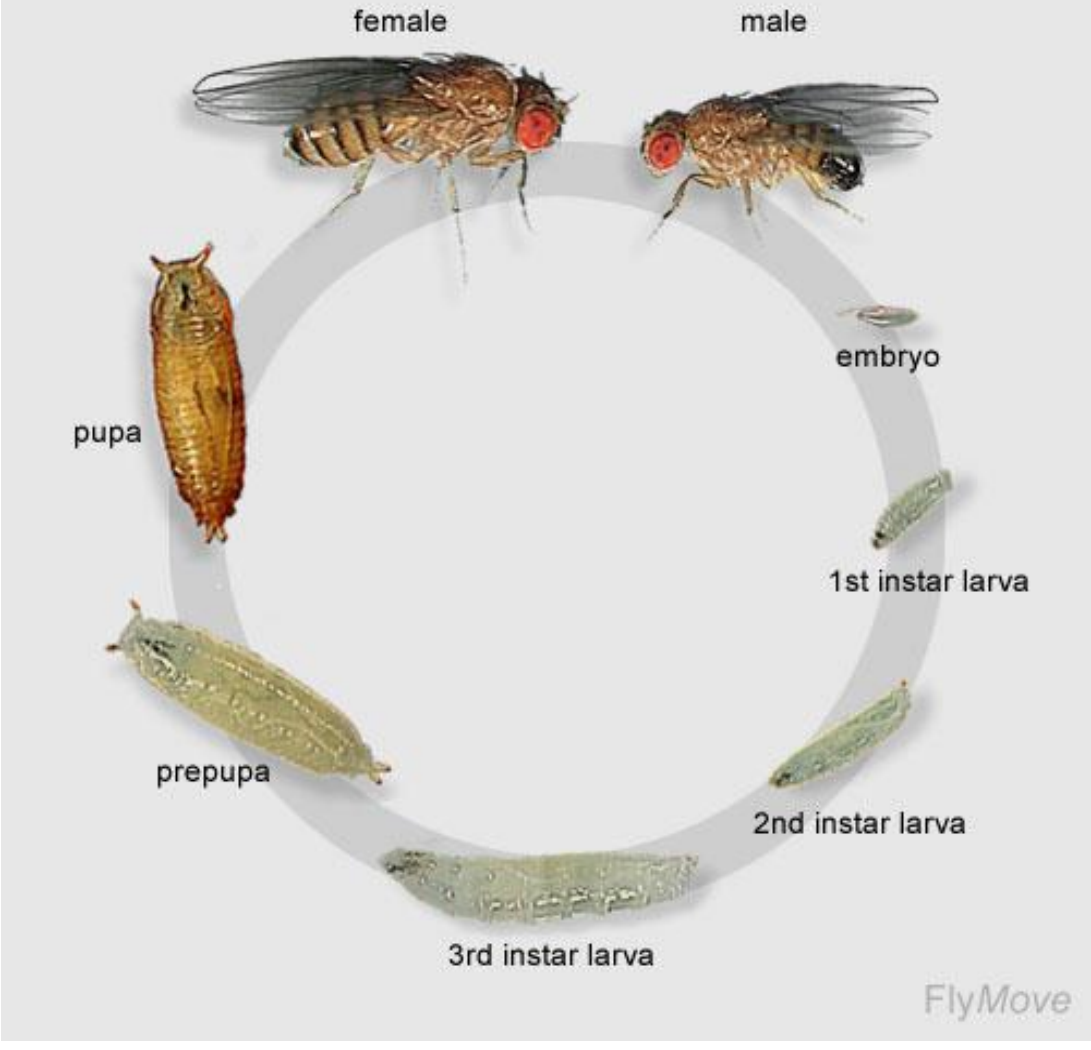


Insecta:
HOLOMETABOLIE
Schwalben-schwanz (Lepidoptera)

Hexapoda

- **Entwicklung – HOLOMETABOLIE**

Bsp.: Diptera (Zweiflügler) *Drosophila melanogaster*



© *Whitington Lab*
University of Melbourne

- **Holometabola - weit über 800.000 Arten!**

Coleoptera (Käfer)	**– 350.000 Arten**
Lepidoptera (Schmetterlinge)	**– 160.000 Arten**
Diptera (Zweiflügler)	**– 160.000 Arten**
Hymenoptera (Hautflügler)	**– 125.000 Arten**
Trichoptera (Köcherfliegen)	**– 13.000 Arten**

megadiverse Gruppen

Neuroptera (Netzflügler) - 6.000 Arten

Siphonaptera (Flöhe) – 2.500 Arten

Strepsiptera (Fächerflügler) – 600 Arten

Megaloptera (Schlammfliegen) - 600 Arten

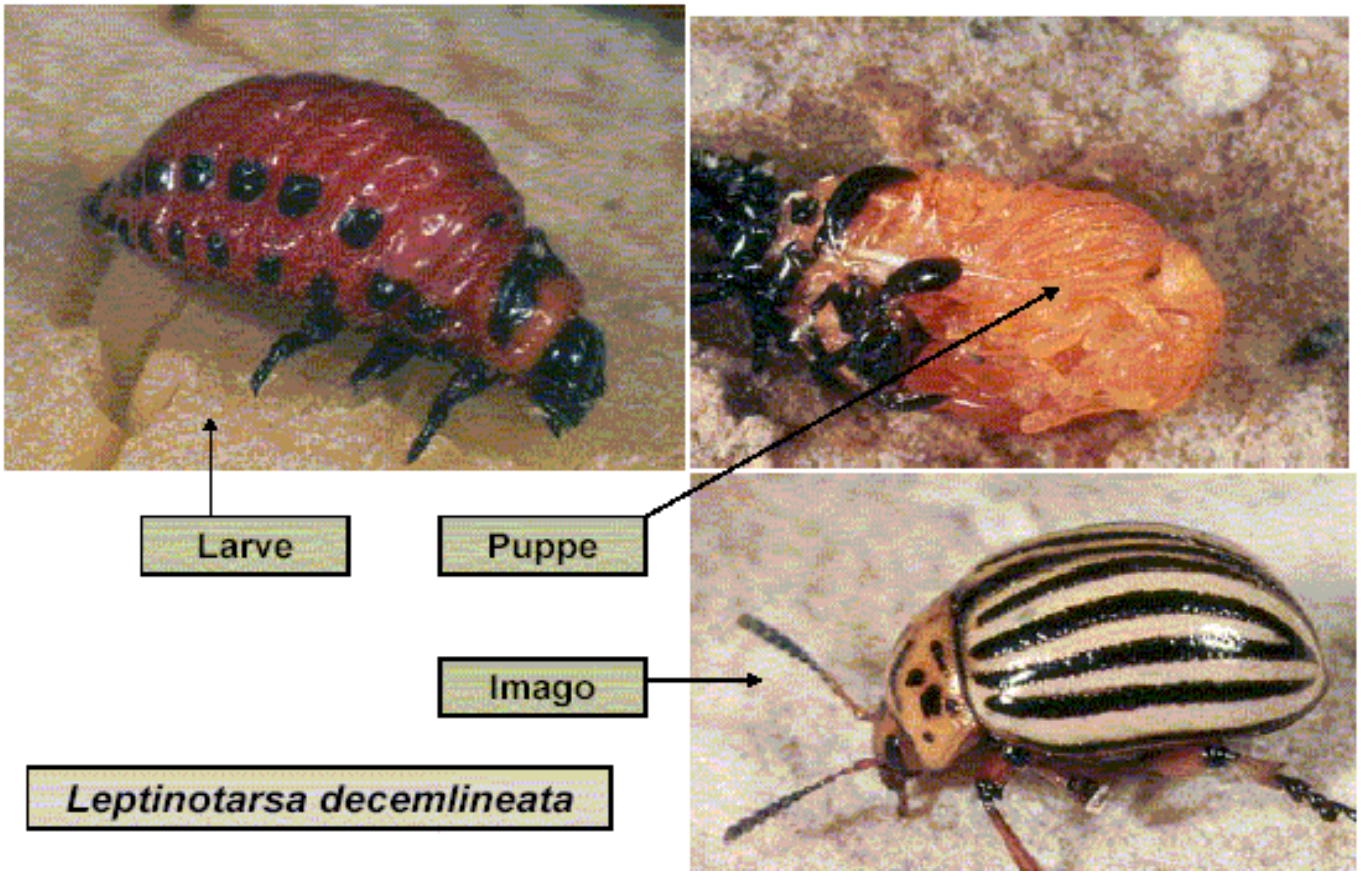
Mecoptera (Schnabelfliegen) – 270 Arten

Raphidioptera (Kamelhalsfliegen) - 220 Arten

Hexapoda - Holometabola

- **Coleoptera (Käfer)**

Kartoffelkäfer (*Leptinotarsa decemlineata*)

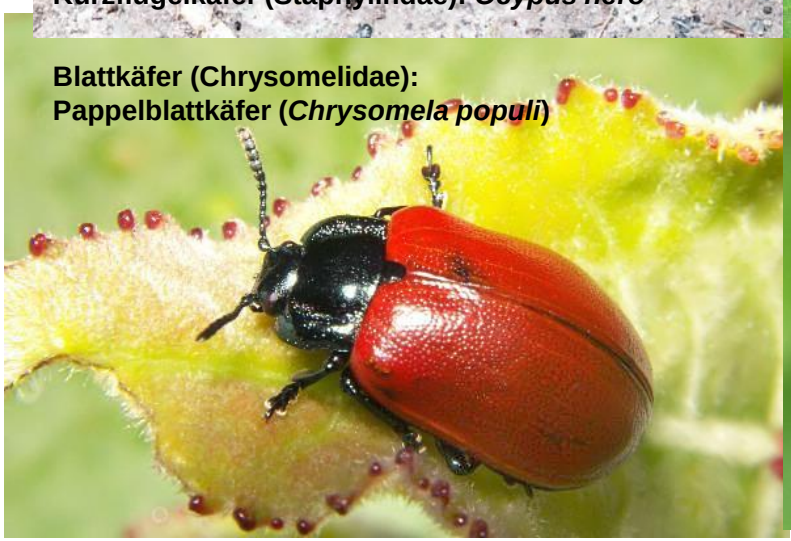


Coleoptera (Käfer) – ca. 350.000 Arten

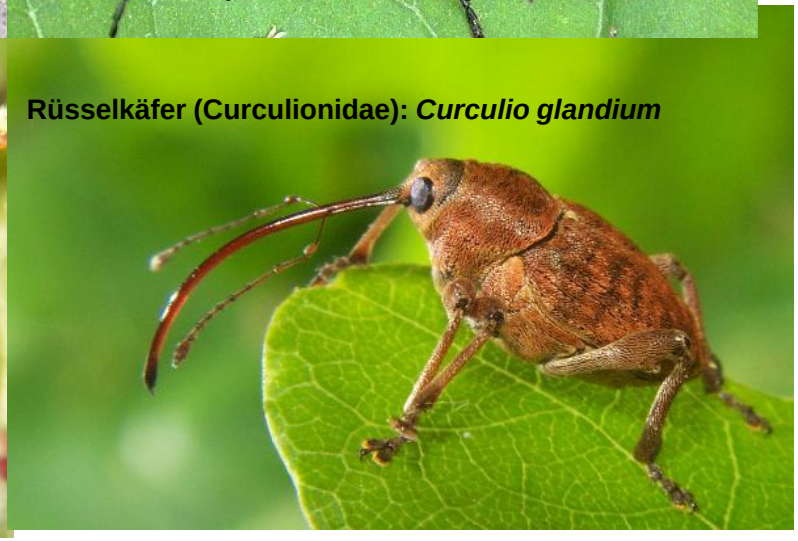
-> Vorderflügel zu Elytren (Deckflügeln) umgewandelt

Kurzflügelkäfer (Staphylindae): ***Ocypus nero***

Bockkäfer (Cerambicidae):
Moschusbock (Aromia moschata)



Blattkäfer (Chrysomelidae):
Pappelblattkäfer (*Chrysomela populi*)



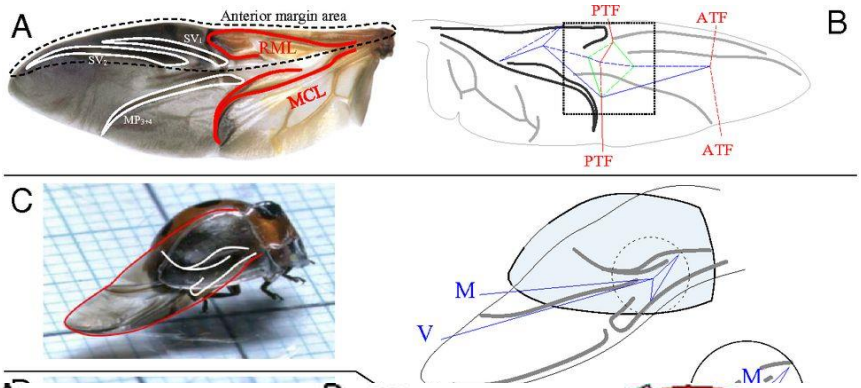
Rüsselkäfer (Curculionidae): *Curculio glandium*

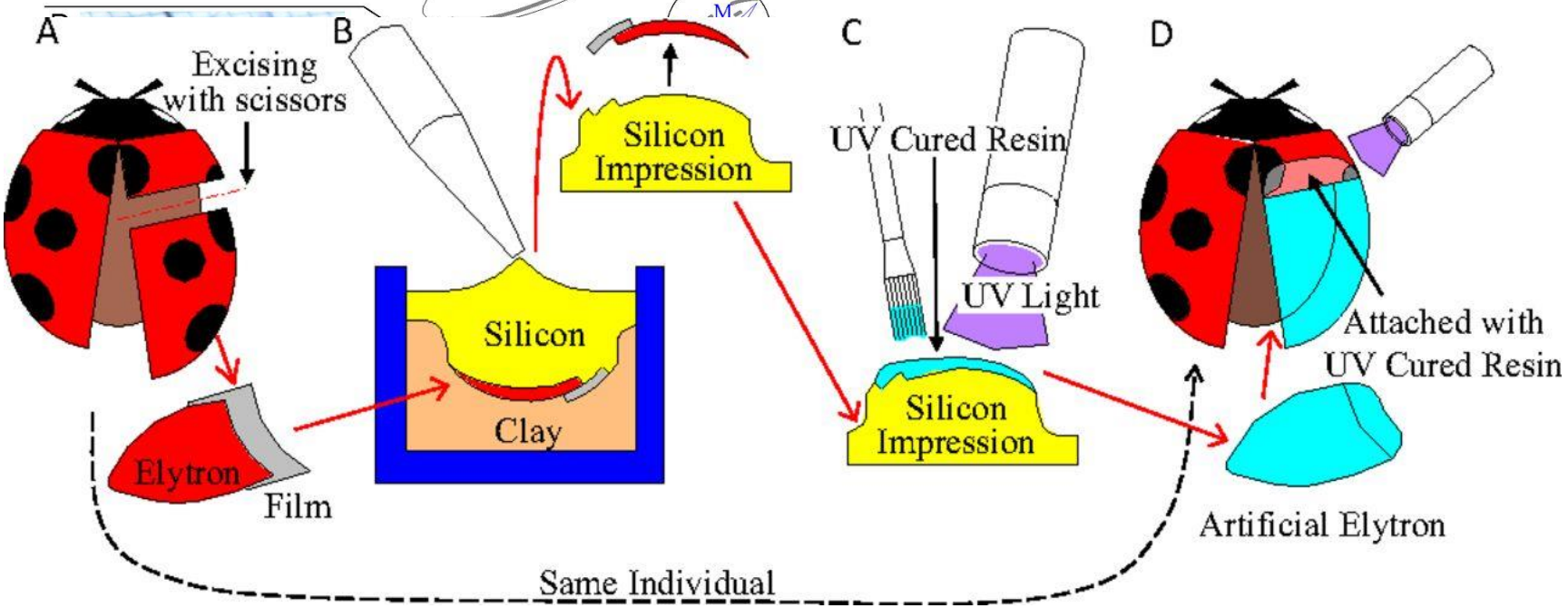
- **Knirps & Falk – Oder wie Marienkäfer ihre Flügel falten**

Saito et al. 2017 – PNAS

Hexapoda – Coleoptera

- **Wie Marienkäfer ihre Flügel falten**

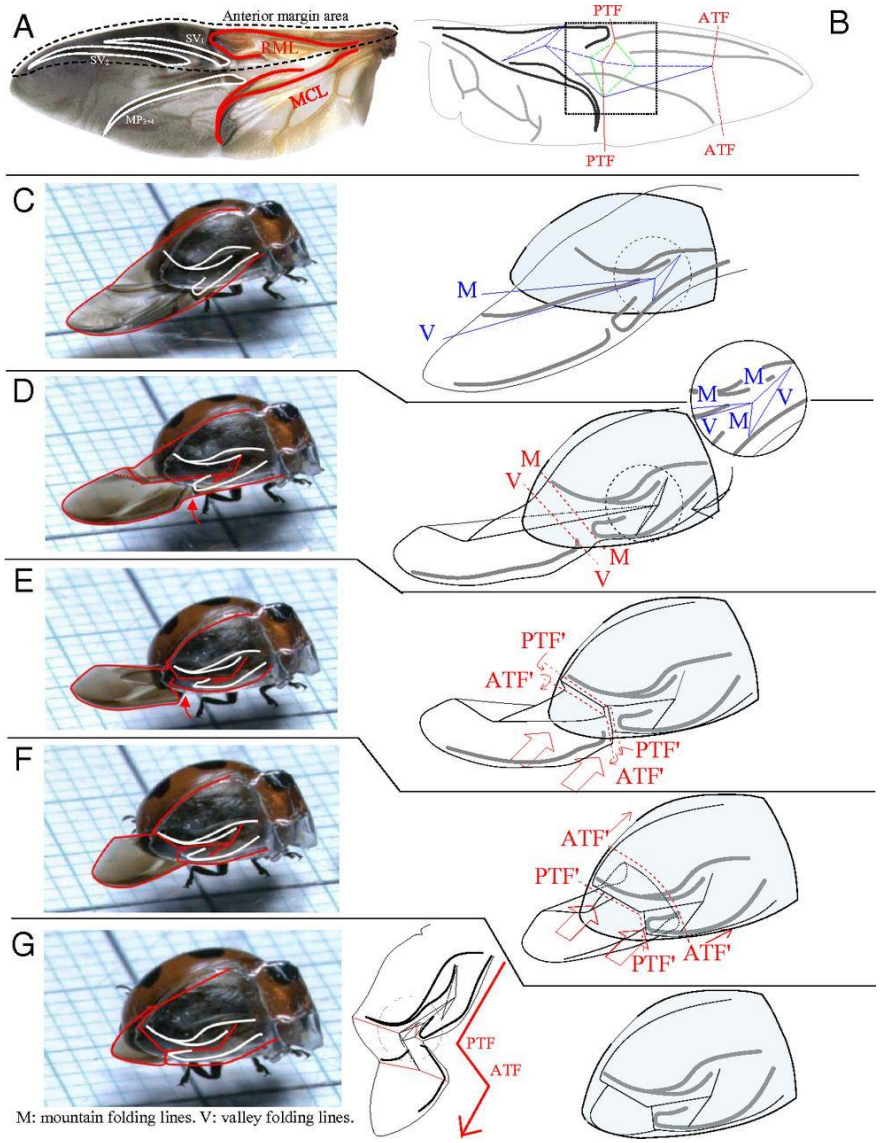




(Saito et al. 2017 – PNAS

Hexapoda – Coleoptera

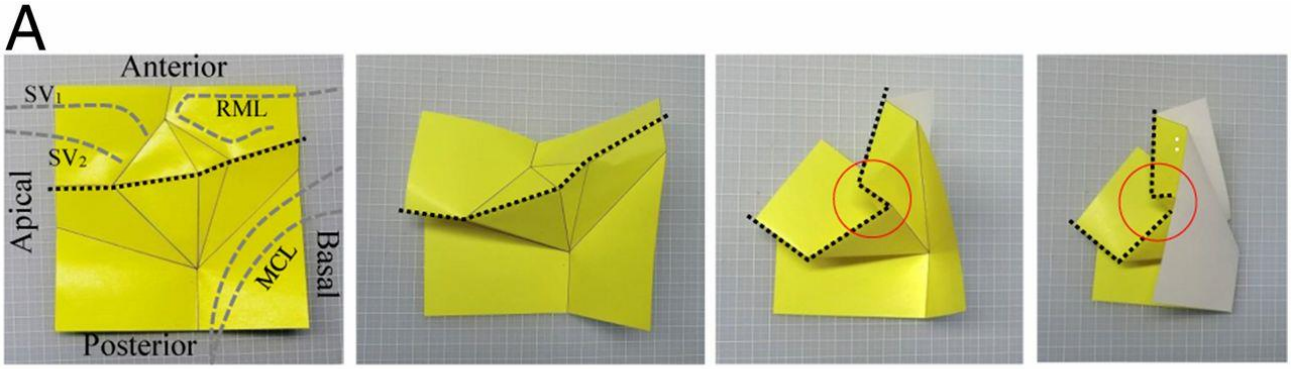
- **Wie Marienkäfer ihre Flügel falten**

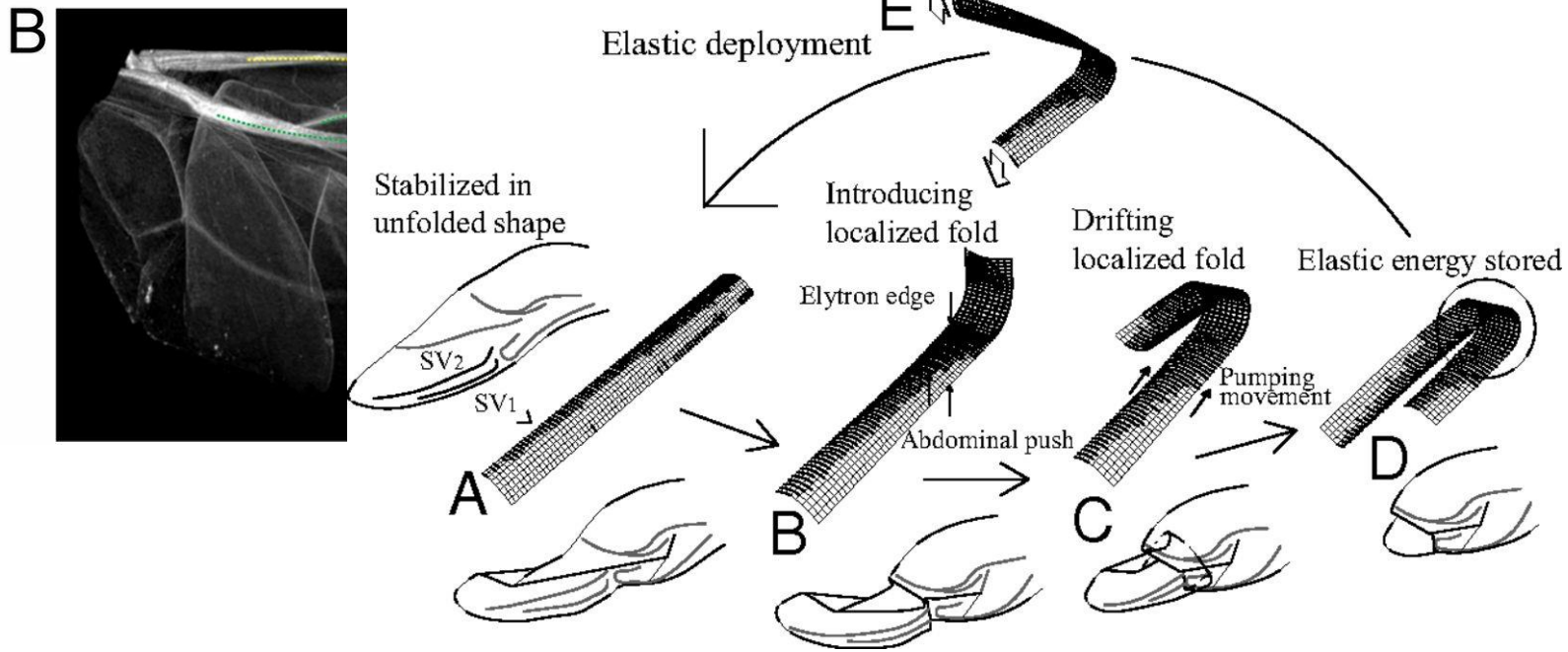


(Saito et al. 2017 – PNAS

Hexapoda – Coleoptera

- **Origami – Oder Wie Marienkäfer ihre Flügel falten**





(Saito et al. 2017 – PNAS

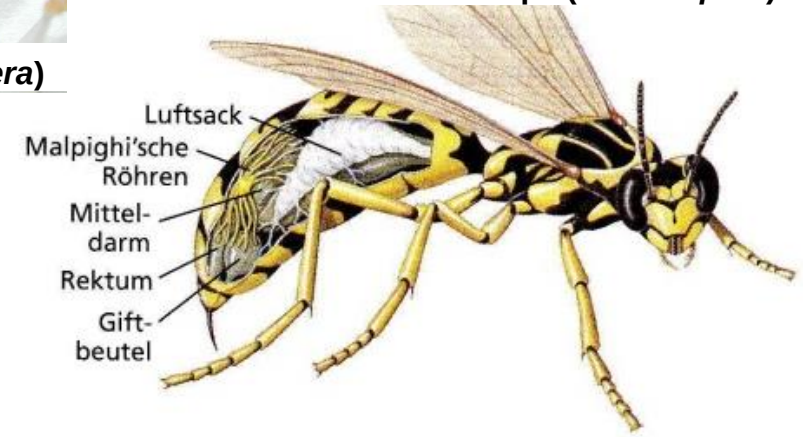
Hymenoptera (Hautflügler) – ca.125.000 Arten

Wespen, Bienen, Hummeln, Ameisen…
-> Ovipositor tw. zu Stechapparat umgewandelt
-> häufig Parasiten in anderen Insekten

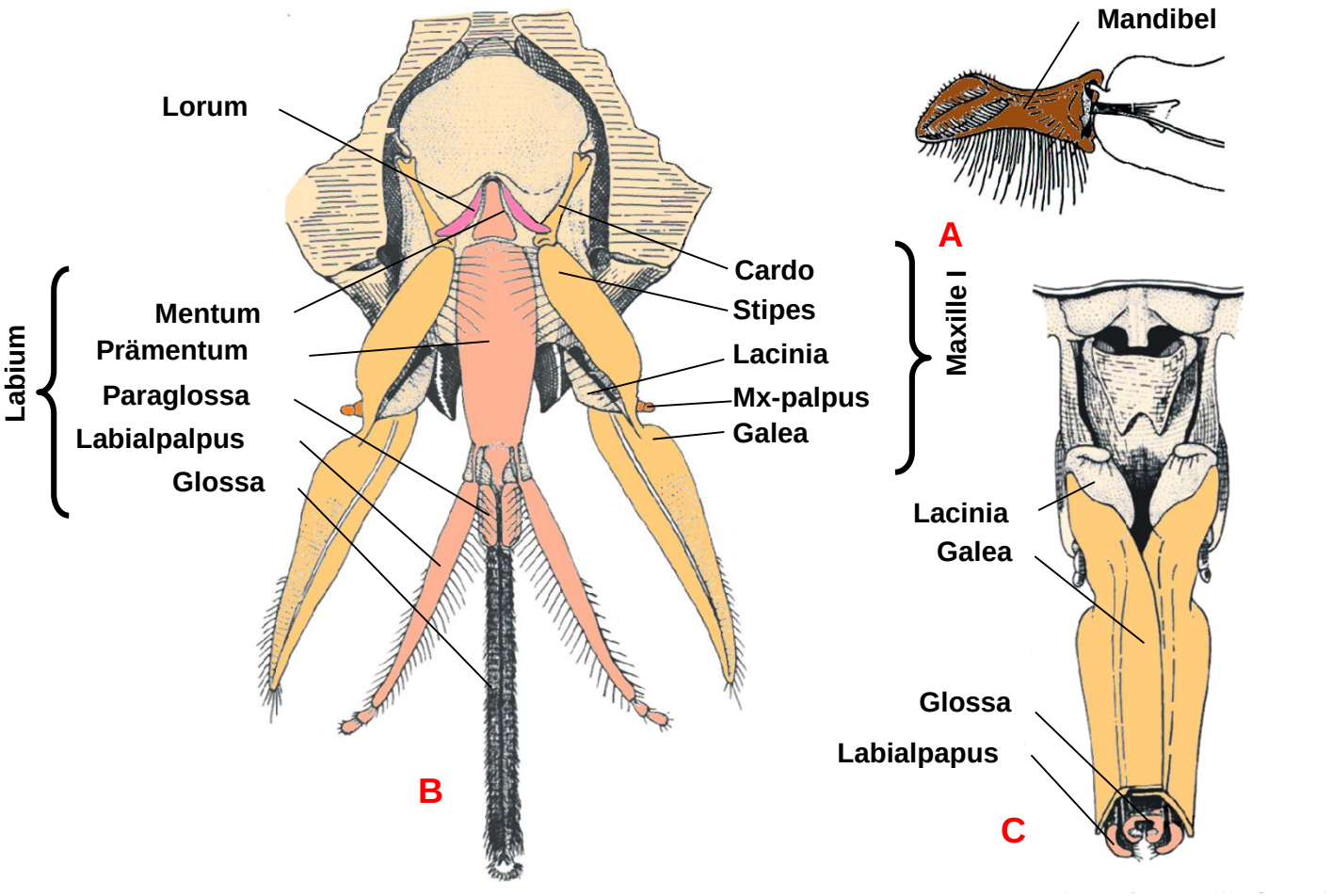
Honigbiene (*Apis mellifera*)

Wespe (*Paravespula*)

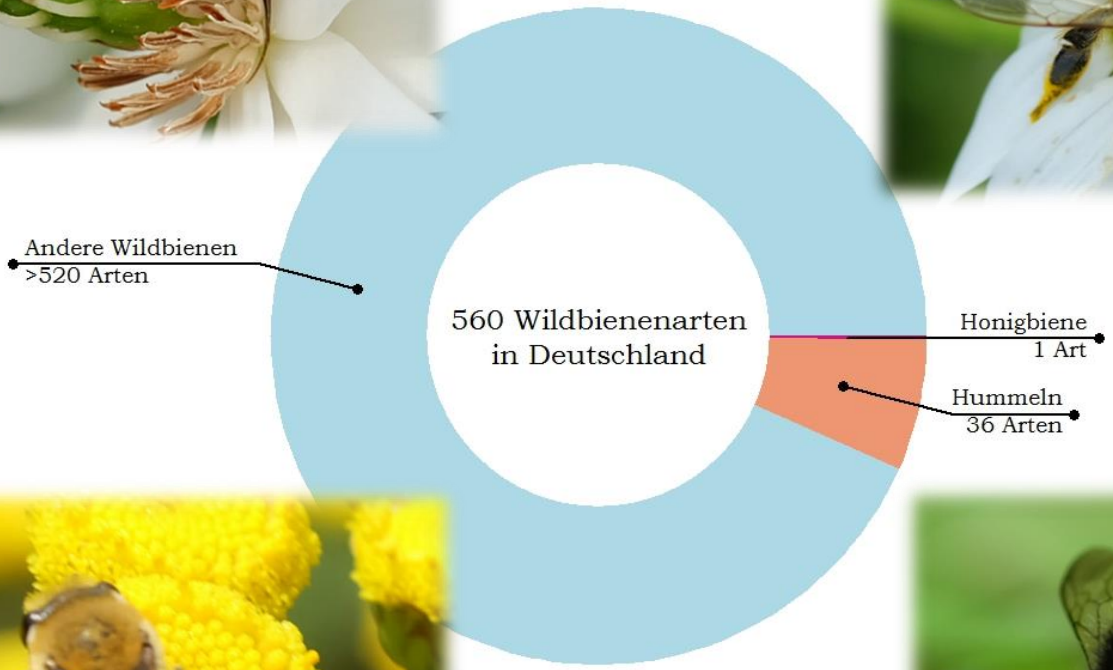
Rote Waldameise (*Formica rufa*)



Mundwerkzeuge der Biene



Wildbienen in Deutschland



Beispiel Wildbienen im Centrum für Naturkunde Hamburg

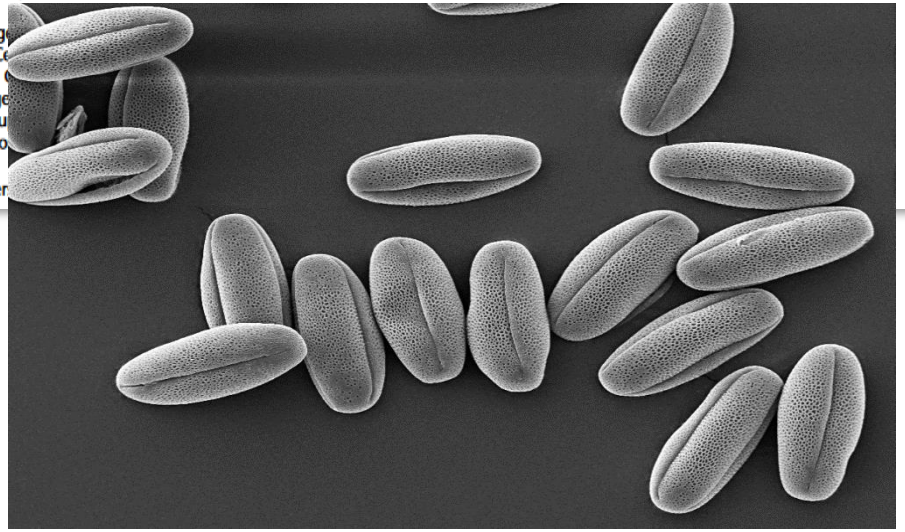
Was Wildbienen über Umweltgeschichte erzählen

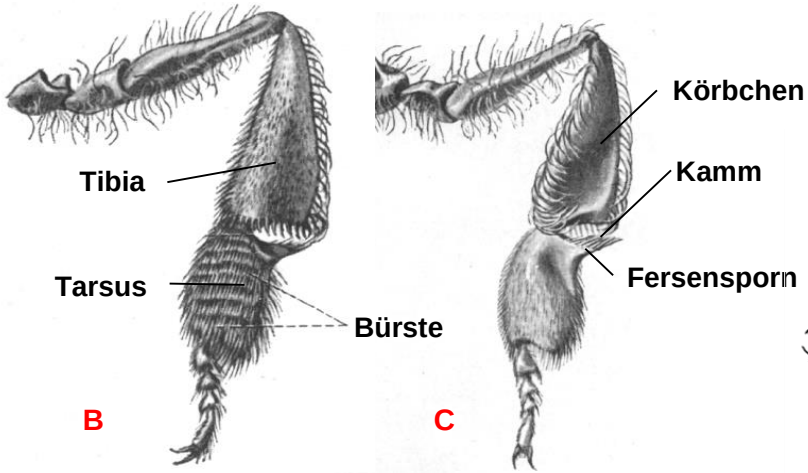
Museum specimens reveal loss of pollen host plants as key factor driving wild bee decline in The Netherlands

Jeroen Scheper[a,1], Menno Reemer[b], Ruud van Kats[a], Wim A. Ozinga[c,d], Giel T. J. van der Linden[e], Joop H. J. Schaminée[c,d], Henk Siepel[f,g], and David Kleijn[a,e]

[a]Animal Ecology Team, Alterra, Wag
Netherlands, Naturalis Biodiversity C
Radboud University Nijmegen, 6500
Research Centre, 6700 AA Wageninge
Conservation and Plant Ecology Grou
Water and Wetland Research, Radbo

Edited by May R. Berenbaum, Univer





Innenansicht des Hinterbeins

Außenansicht des Hinterbeins

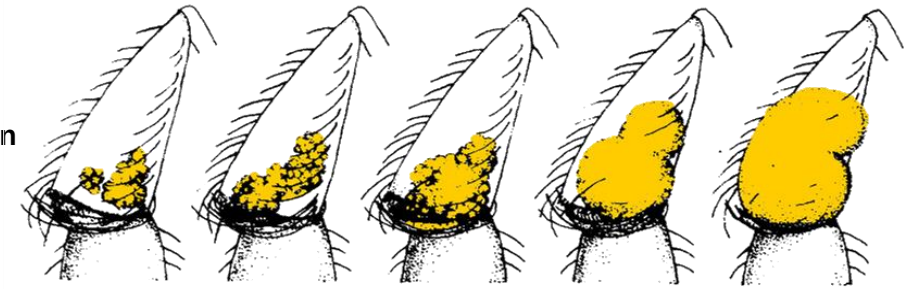
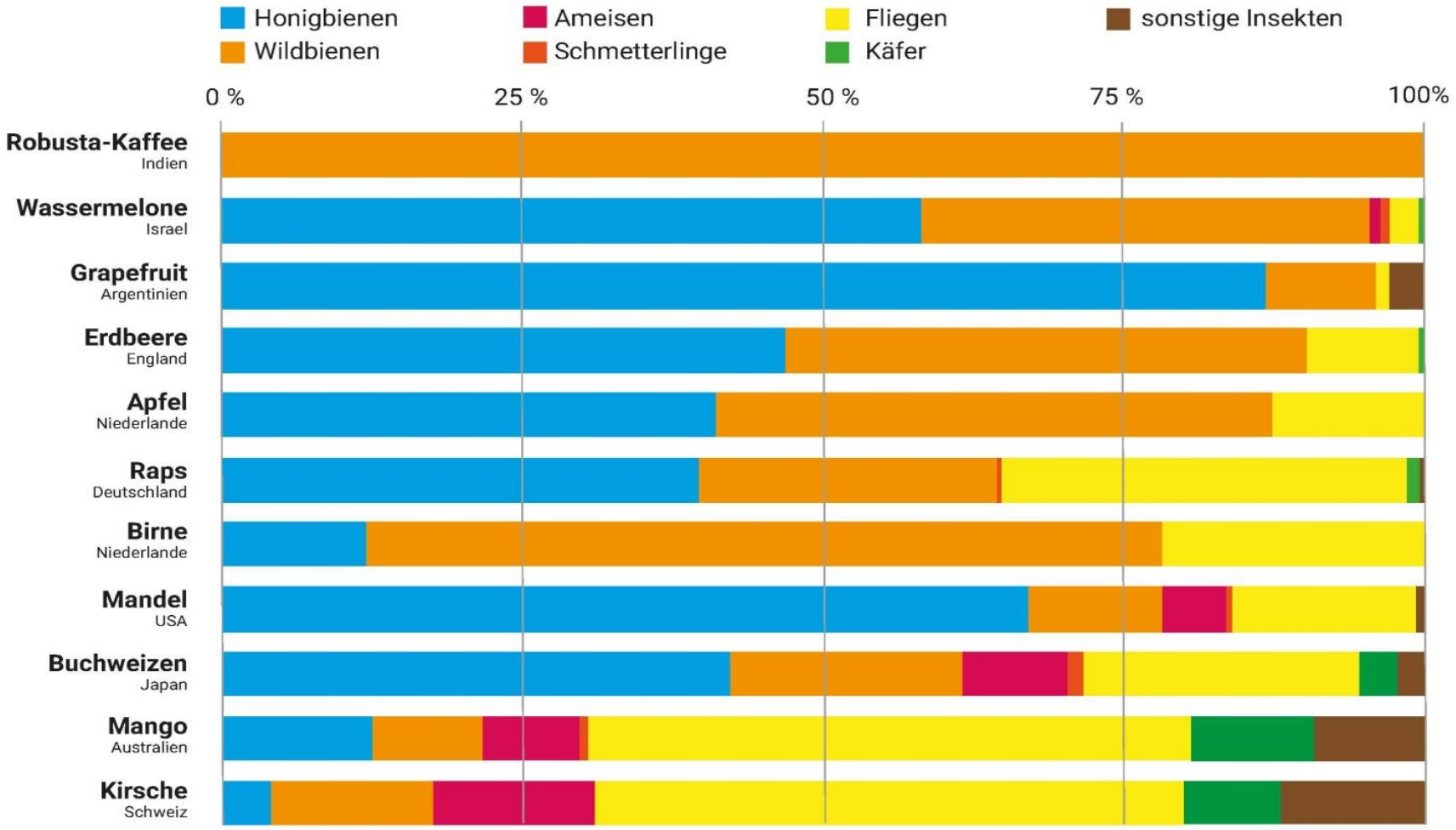


Abb. 22: Entstehung des Pollenhöschens (Quelle: HÜSING und NITSCHMANN 1987,

Wildbienen als Bestäuber

Wertvolle Bestäuber

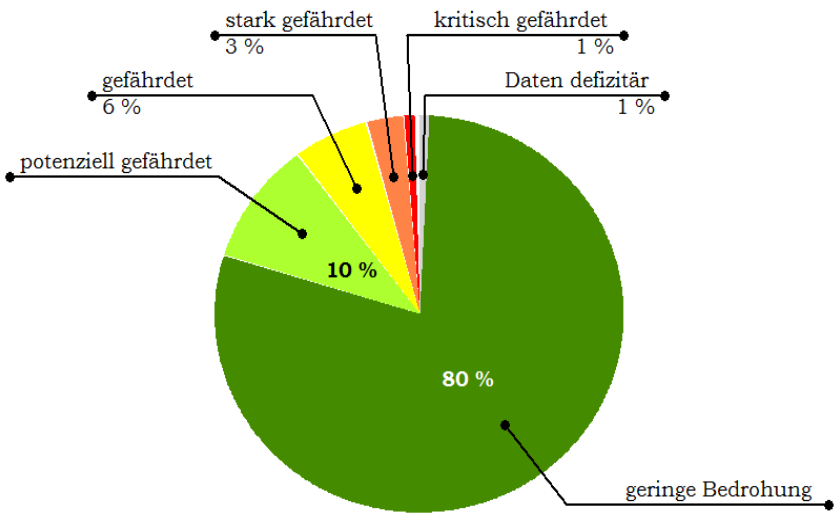
Anteil verschiedener Insektengruppen an Blütenbesuchen auf Nutzpflanzen



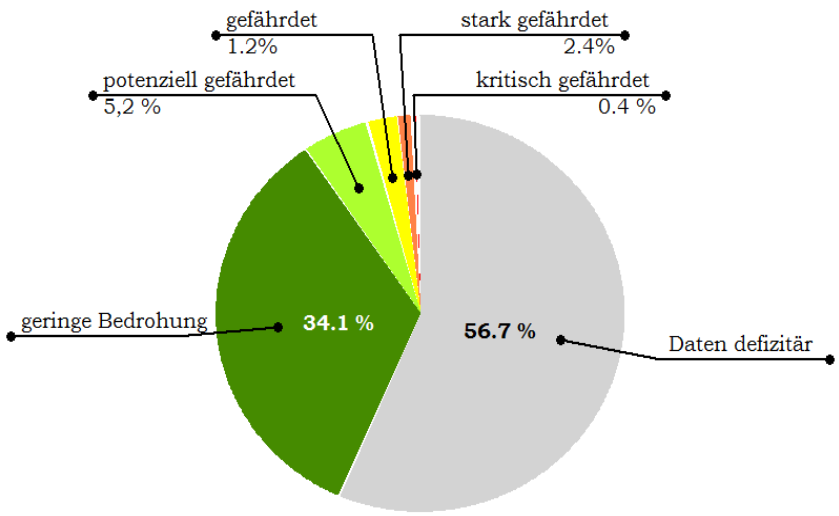
Quelle: Rader et al. 2016

Wildbienen – bedroht, aber Daten defizitär

IUCN Rote Liste Statud der Schmetterlinge in Europa



IUCN Rote Liste Statud der Wildbienen in Europa



Quelle: IUCN Red List 2016

Hexapoda

Zuckmücke ***Chironomus plumosus***

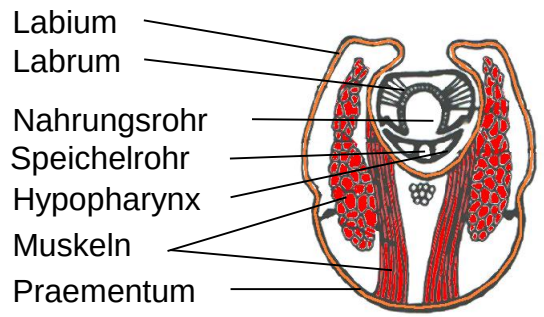
Diptera (Zweiflügler) – ca.120.000 Arten

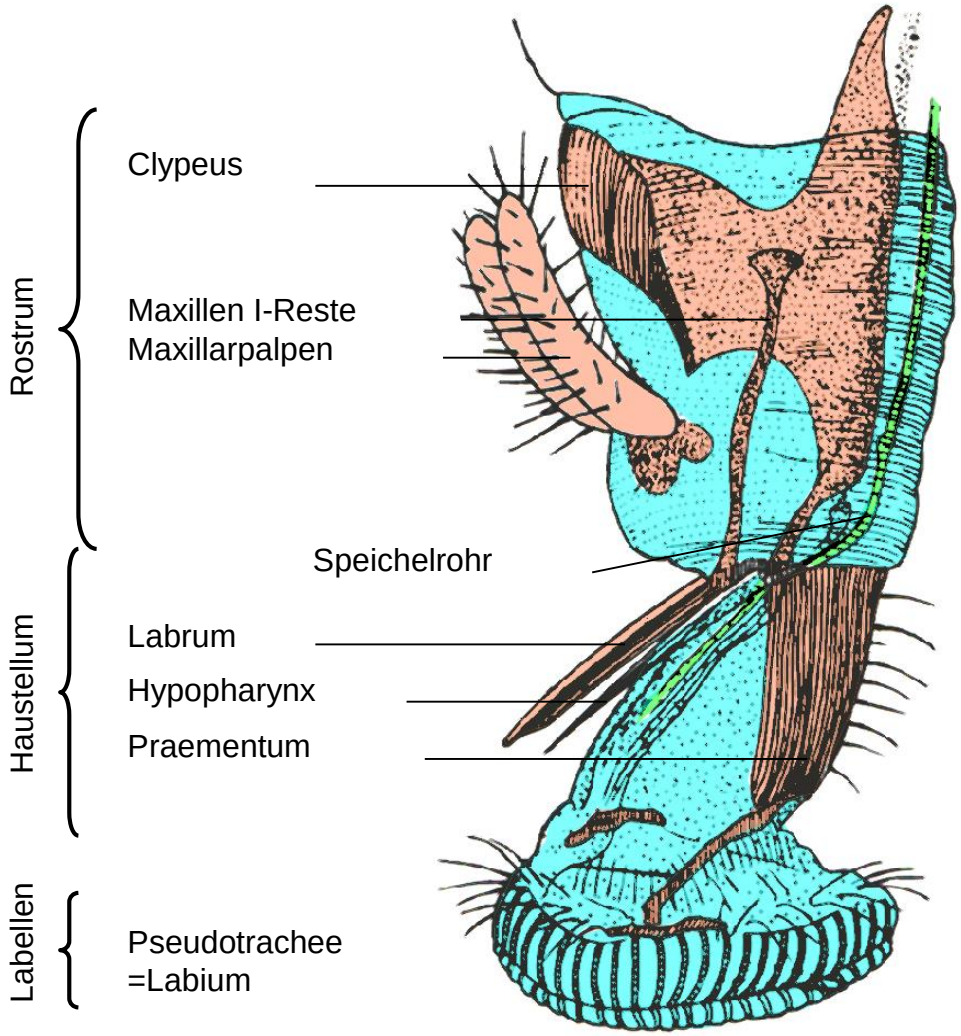
Mücken + Fliegen
-> Hinterflügel zu Halteren (= Schwingkölbchen) umgewandelt
-> stechend-saugende oder leckend-saugende MWZ

Schmeissfliege (*Calliphora*)

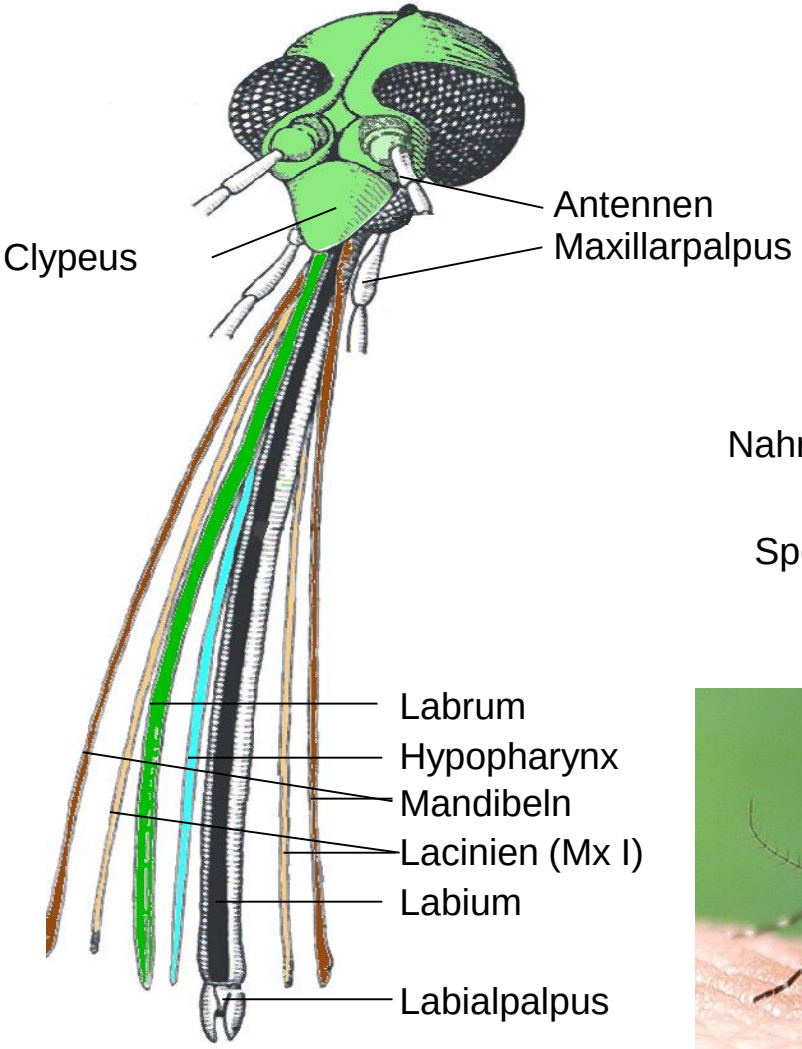
Schnacke (*Tipula*)

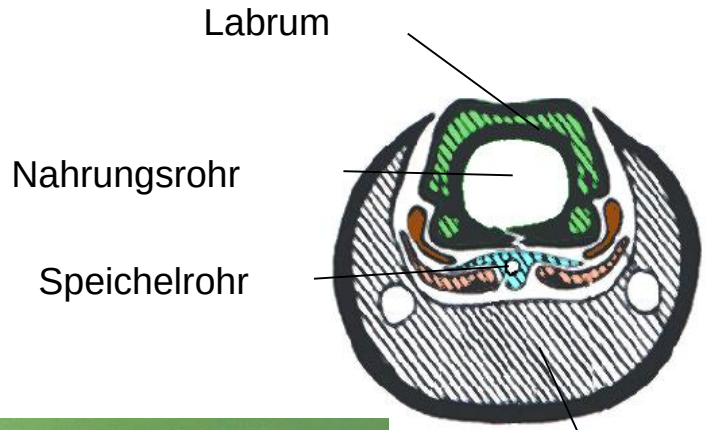
- **Mundwerkzeuge der Fliegen – leckend-saugend**





- **Mundwerkzeuge der Mücken – stechend-saugend**





Lepidoptera (Schmetterlinge) – ca.160.000 Arten

-> Flügel mit Schuppen besetzt
-> meist mit Saugrüssel (NICHT bei basalen Vertretern)

Atlasfalter (*Attacus atlas*)

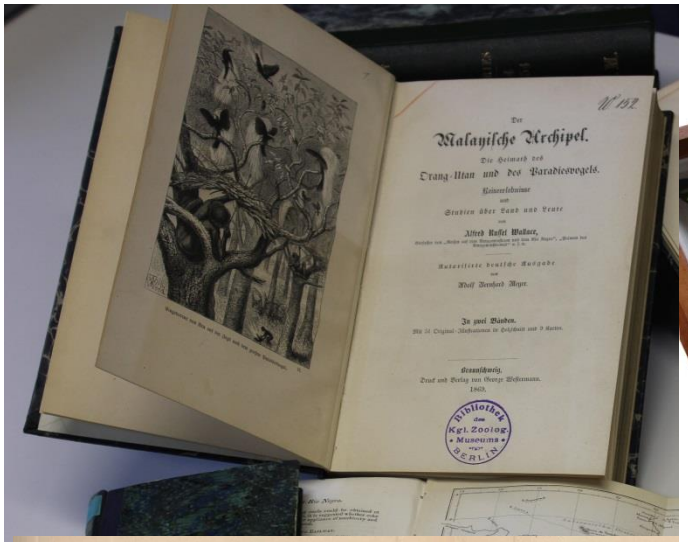
Pfauenauge (*Inachis io*)

Kleidermotte (*Tineola bisselliella*)

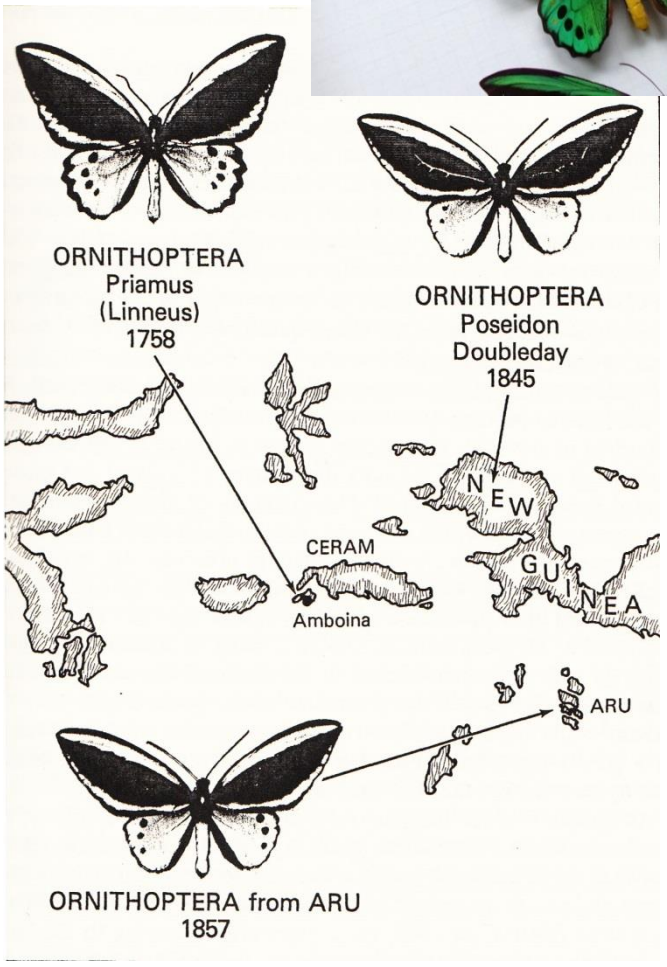
Wallace, Evolution und Schmetterlinge

- **Wie Alfred Russel Wallace die Selektion „(er-)fand“**

Wallace, Evolution und Schmetterlinge

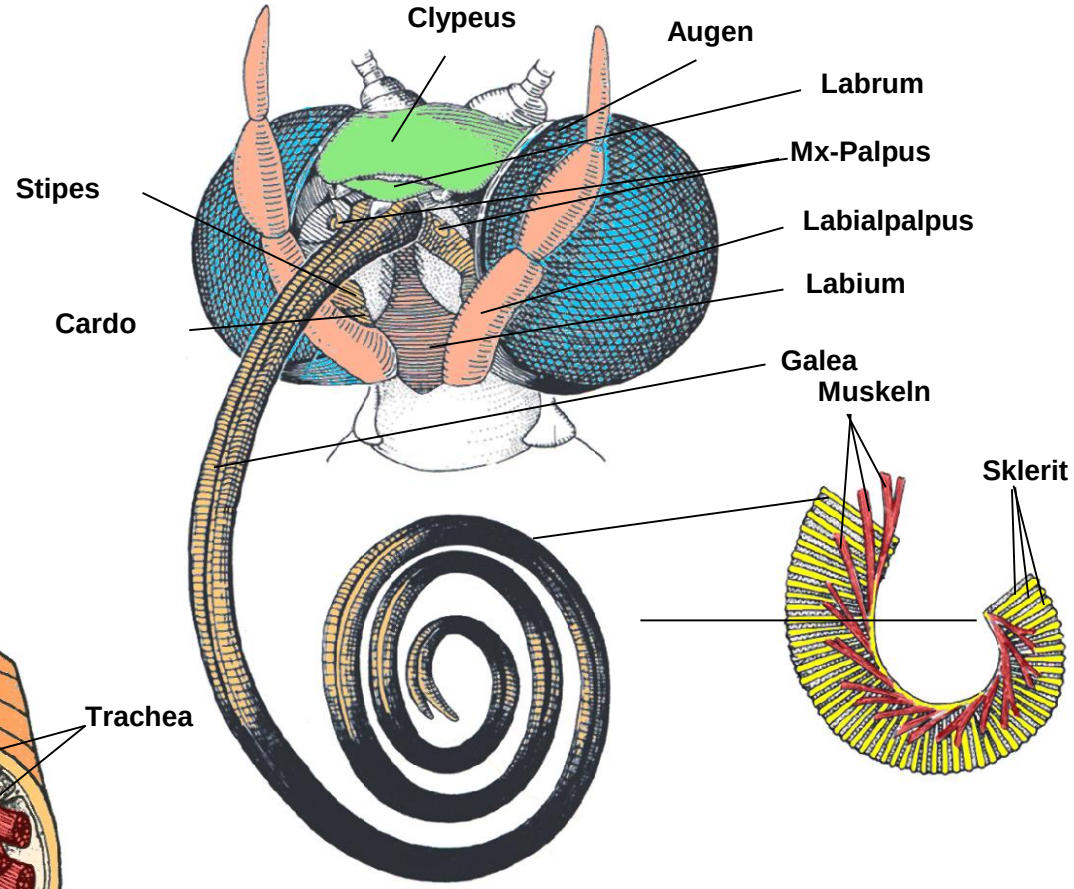


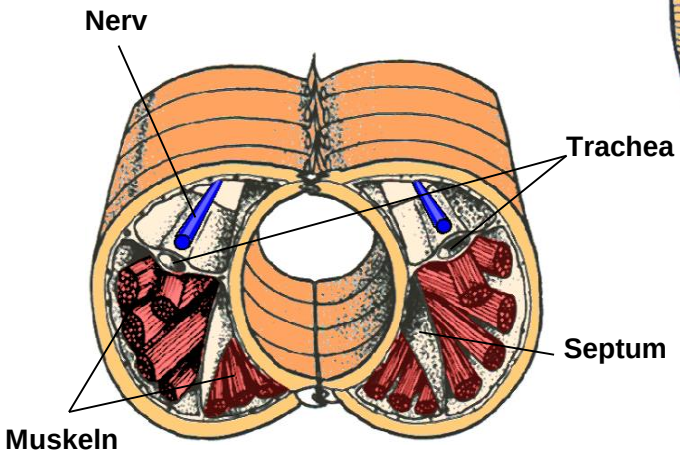
Wallace‘ Vogelschwingen-Schmetterlinge



Augenflecken-Muster
& geographische Variation

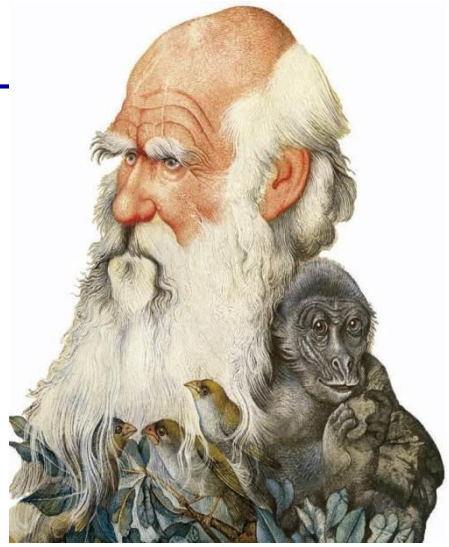
- **Mundwerkzeuge der Schmetterlinge – saugend**

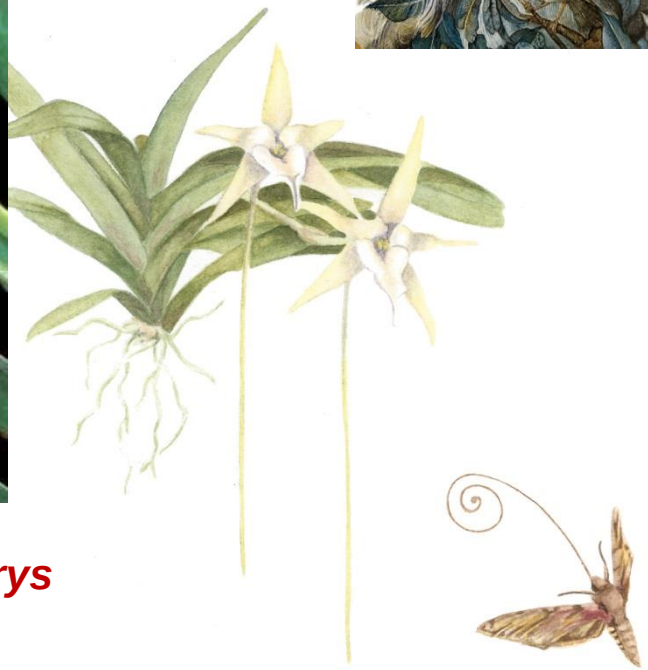




Darwin und die Bestäuber-Pflanze – Interaktion

- **Der „vorhergesagte“ Nachtfalter**

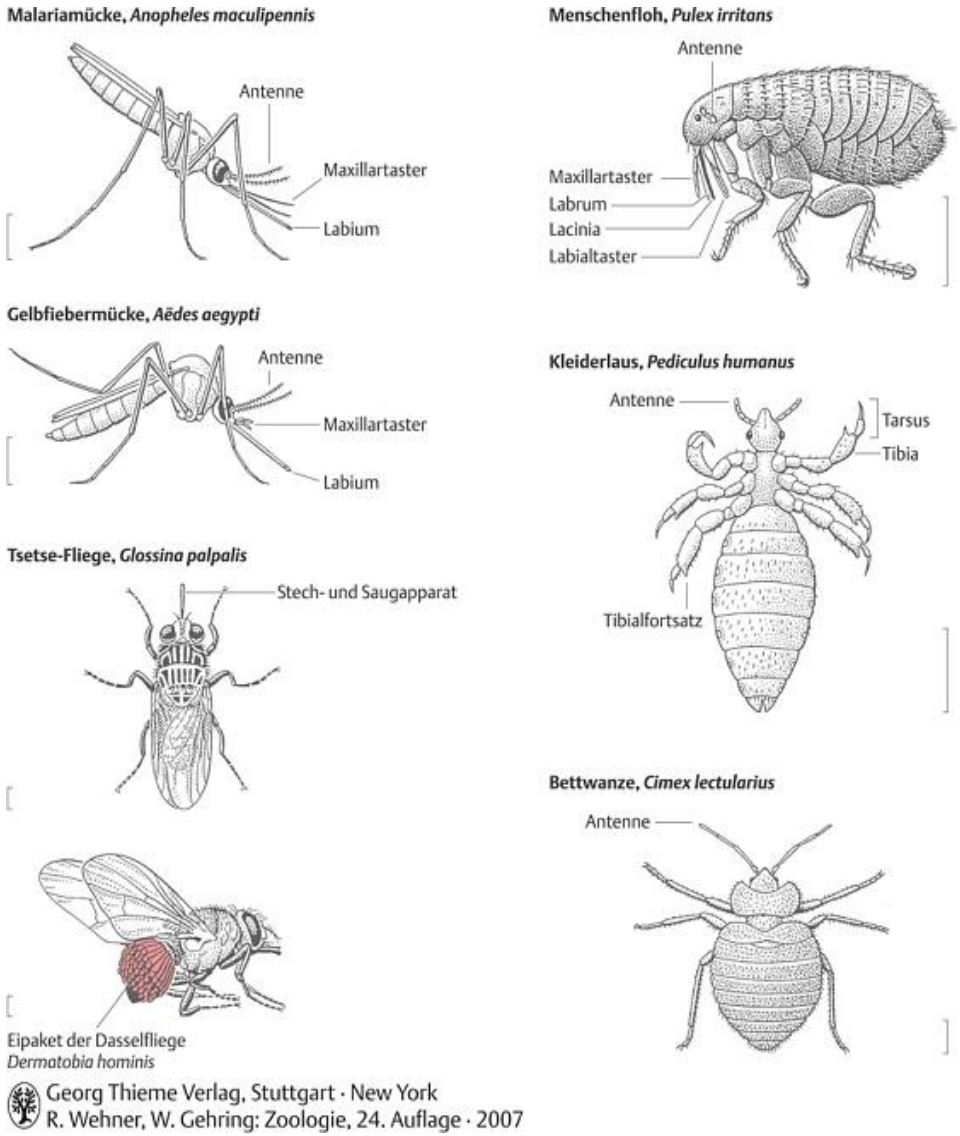




- ***Xanthopan (morgani) predicta* & Stern-*Ophrys* auf Madagaskar**

Hexapoda

- **Insekten & Menschen**



Insekten als Krankheitsvektoren:

Malaria

Pest

Leishmanniose

Chagas

- **Insekten & Menschen**

Insekten als “Wirtschaftsschädlinge”:

Museumskäfer
Parkettkäfer
Pelzkäfer
Schwarzer Getreidenager
Speisebohnenkäfer
Teppichkäfer
Wachsmotte
Kleidermotte
Brotkäfer
Tabakkäfer
Speckkäfer
Holzwurm (Gewöhnlicher Nagekäfer)
Mehlkäfer
Schinkenkäfer
Kornkäfer
Kräuterdieb

- **Insekten & Menschen**

Insekten als Nutztiere:

Seidenspinner

Honigbiene

Schildläuse
(Farbstoffe, Lacke, Wachse)

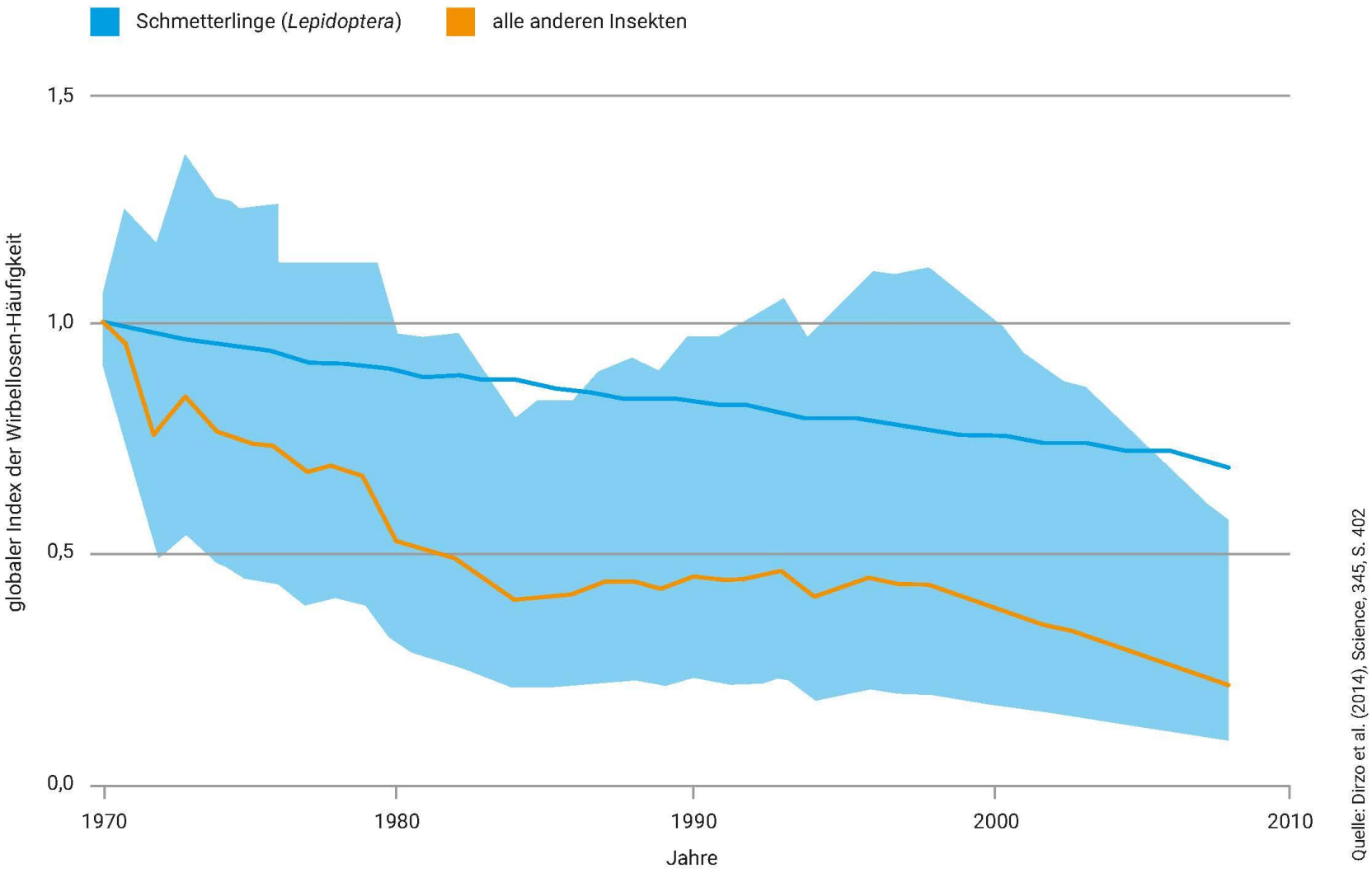
Cochenille - ROT

Seide

Cochenille - Schildlaus

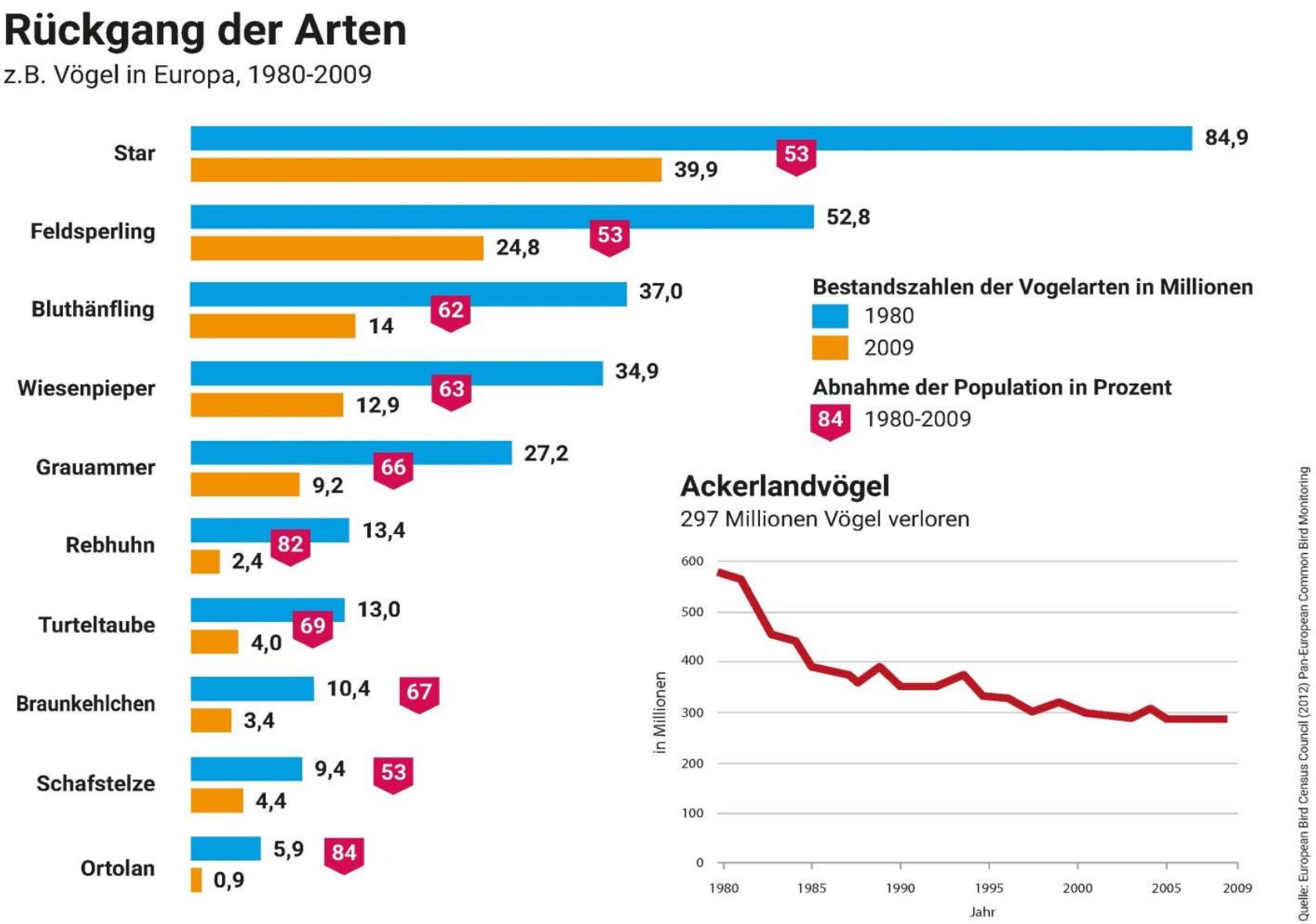
Schellack
(Lackschildlaus *Kerria lacca*)

Das Artensterben bei Insekten



Quelle: Dirzo et al. (2014), Science, 345, S. 402

Das Artensterben bei Vögeln



- **Insekten & Menschen**

Insekten als Nahrung:

Heuschrecken
Ameisen
Insektenlarven
Einige Wanzen

- **Insekten & Menschen**

Insekten als Nahrung
(Entomophagie):

Riesenmehlwürmer

Riesemehlwürmer werden vor allem im asiatischen Raum als wertvoller Eiweißlieferant geschätzt.

Heuschrecken

Der Geschmack von Heuschrecken ist ähnlich dem von Meeresfrüchten, mit einer leicht nussigen Note. Spezialitätenrestaurants haben geröstete Heuschrecken schon länger auf der Karte stehen.

Deuterostomia - Echinodermata

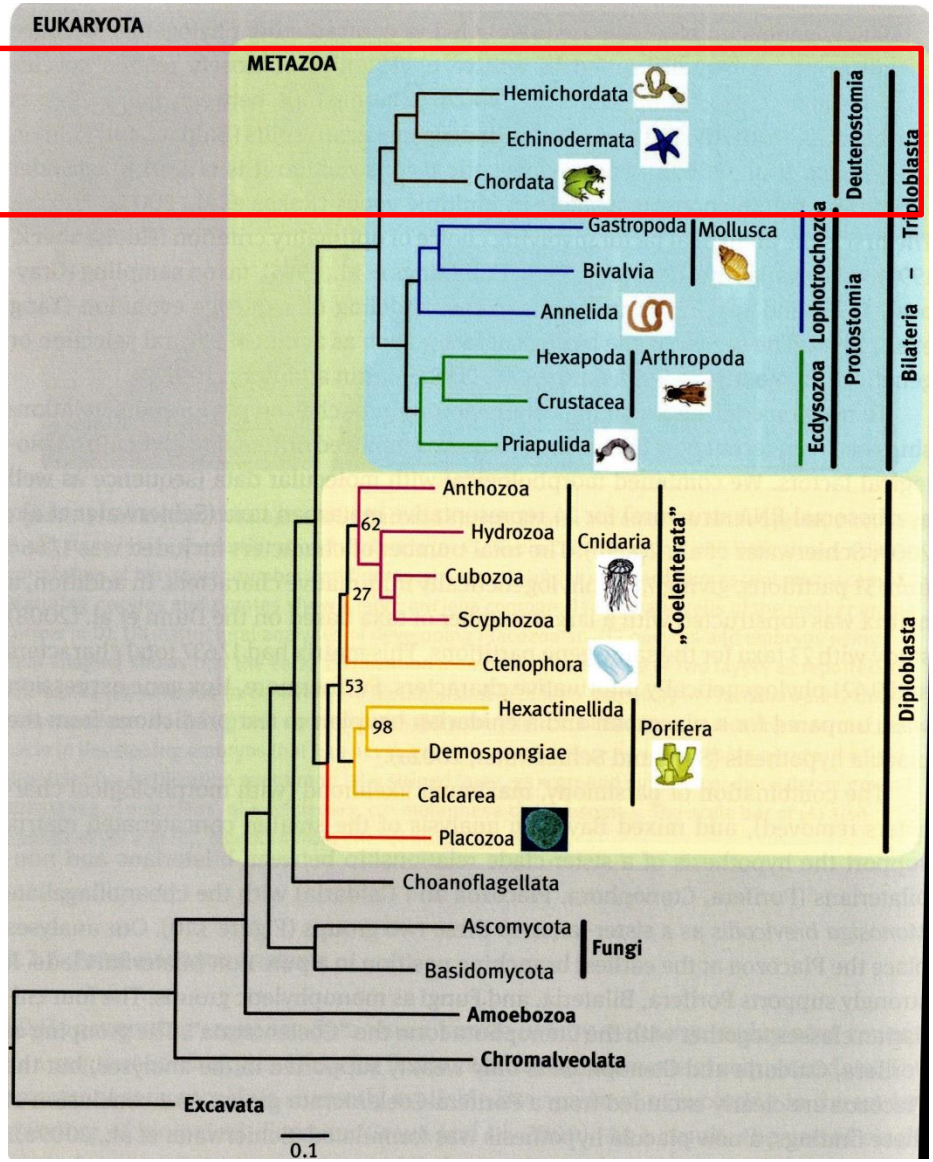
- **Oder Was noch so auf den Teller kommt …**

…Seegurke in Papaya

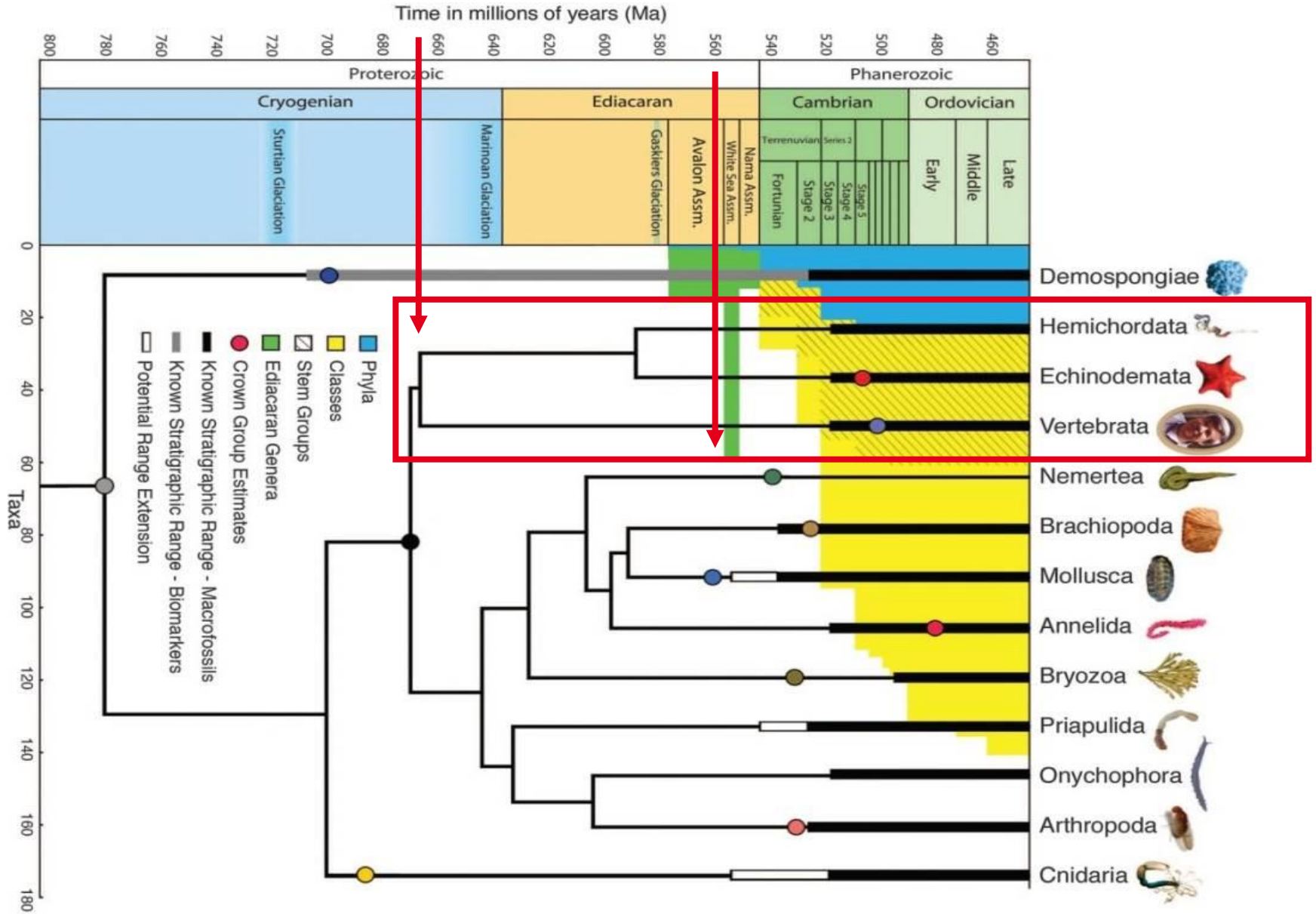
Stammbaum der Metazoa – die „Neumünder"

- **Deuterostomia**
  - Echinodermata
  - Hemichordata
  - Chordata

- **Blastoporus wird After**
- **Mund wird neu gebildet**



Alte Linien aus präkambrischer Zeit

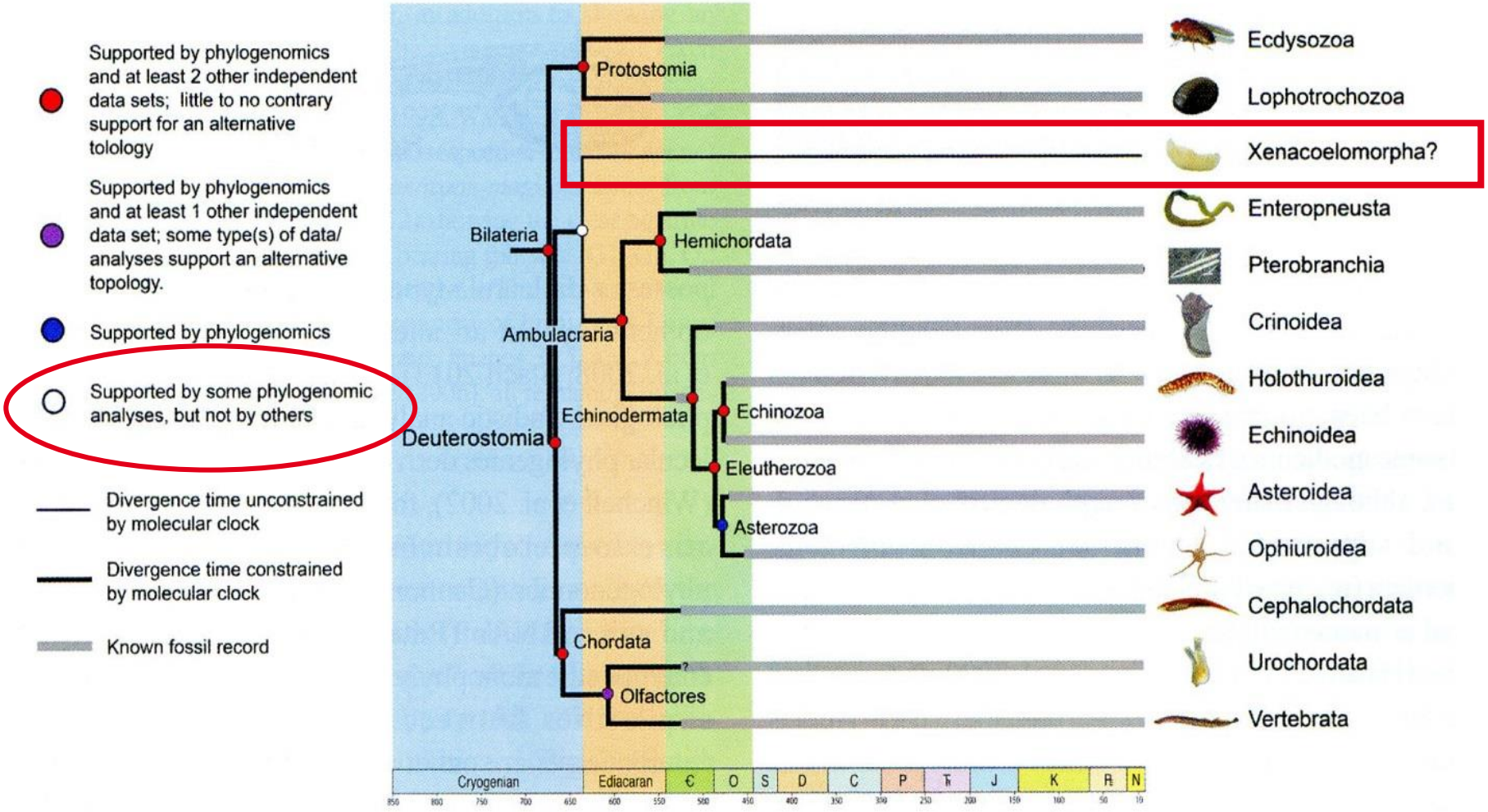


Ursprung und Verwandtschaft der Bilateria

- **Roscoff, Bretagne**
  & die Acoelomorpha

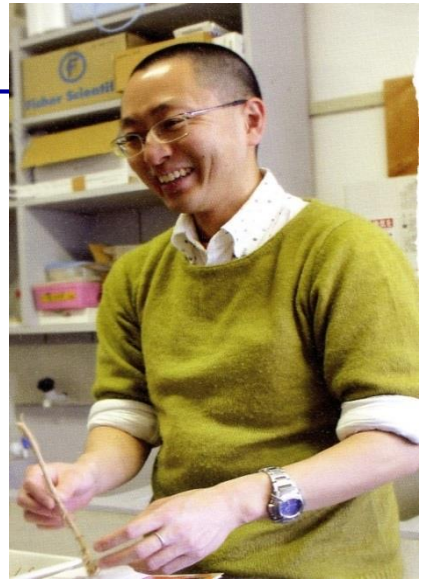
Ursprung und Verwandtschaft der Bilateria

- **Zu Alter und phylogenetischer Stellung der Xenacoelomorpha**



Basale Bilateria ?

- **Xenacoelomorpha – ein neues Phylum „incertae sedis“**
  - **marine „Würmer“, 0.5 - 3 cm lang, Schlammboden**
  - **ohne Gehirn, Augen, After …**



Hiroaki Nakano (2011)

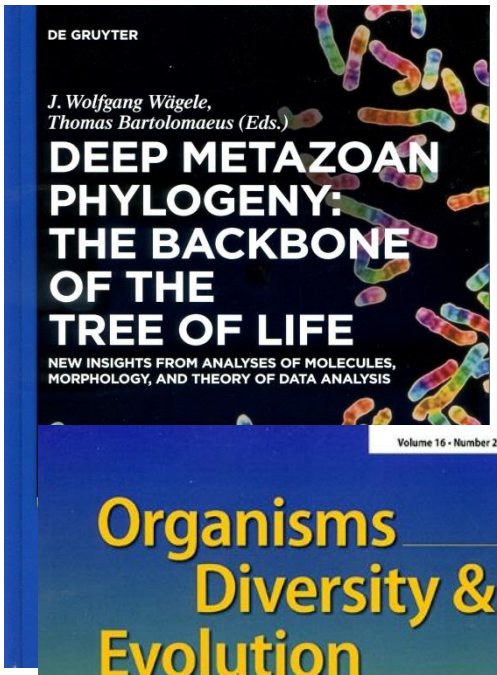
- **Xenoturbellida (1 sp.)**
- **Acoela (350 spp.)**
- **Nemertodermatida (10 spp.)**

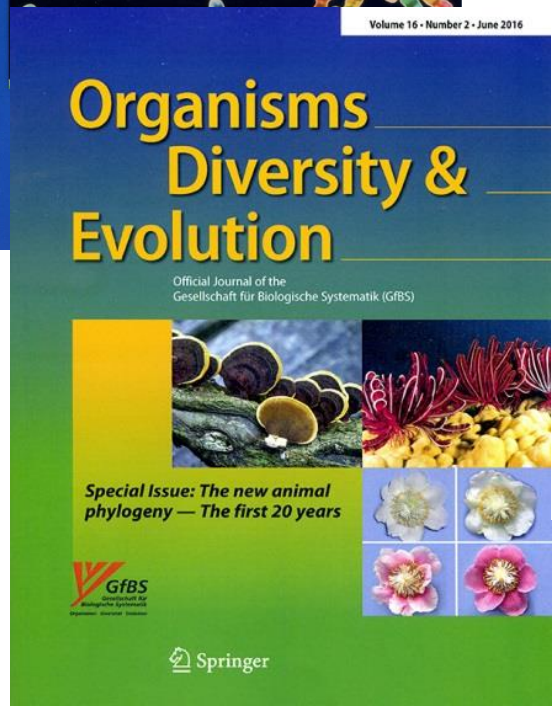
***Xenoturbella bocki* *(westbladi?)* - 1915 schwed. Küste Skagerak, -100m**

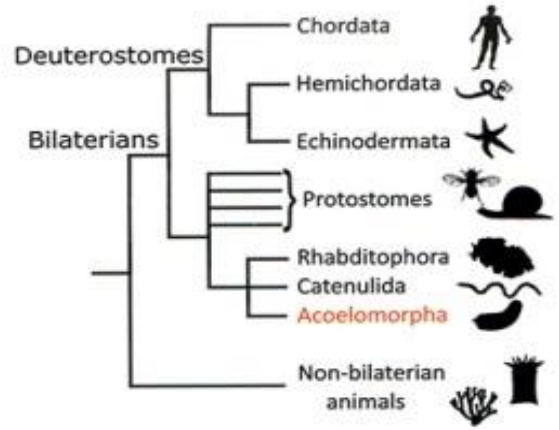
***„fremdartiger Strudelwurm“* – Plathelminthes? (1949) – Deuterostomia (1960), 2003 (!)**

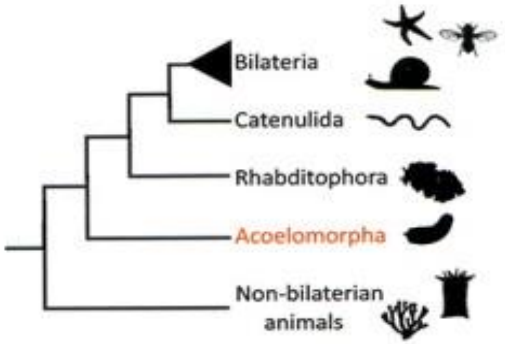
Verwandtschaft der Bilateria

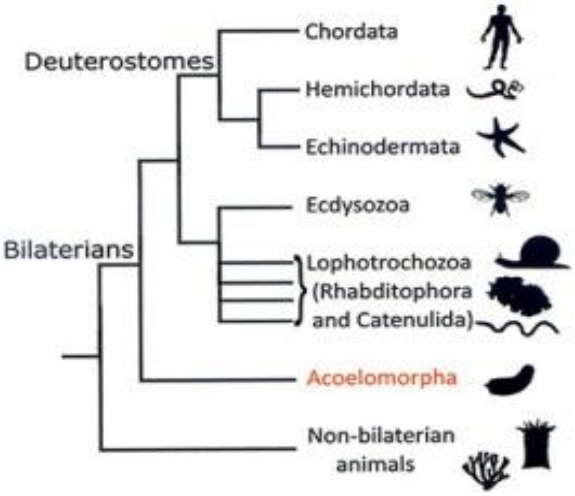
- **Phylogenetische Stellung der Acoelomorpha (Acoela + Nemertodermatida)**

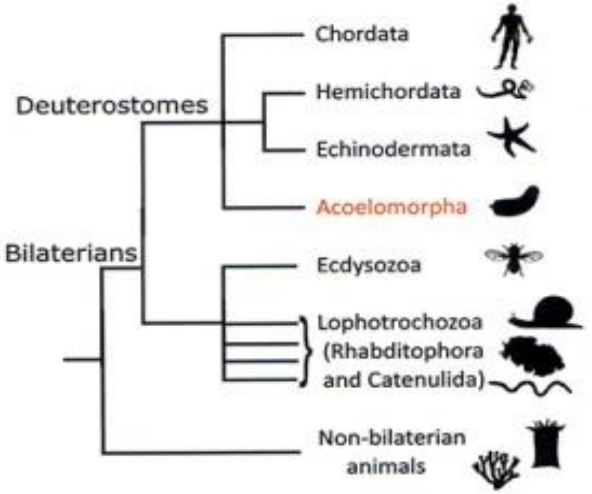

DE GRUYTER
J. Wolfgang Wägele,
Thomas Bartolomaeus (Eds.)
DEEP METAZOAN PHYLOGENY: THE BACKBONE OF THE TREE OF LIFE
NEW INSIGHTS FROM ANALYSES OF MOLECULES, MORPHOLOGY, AND THEORY OF DATA ANALYSIS


Volume 16 • Number 2 • June 2016
Organisms Diversity & Evolution
Official Journal of the
Gesellschaft für Biologische Systematik (GfBS)
Special Issue: The new animal phylogeny — The first 20 years
GfBS
Springer



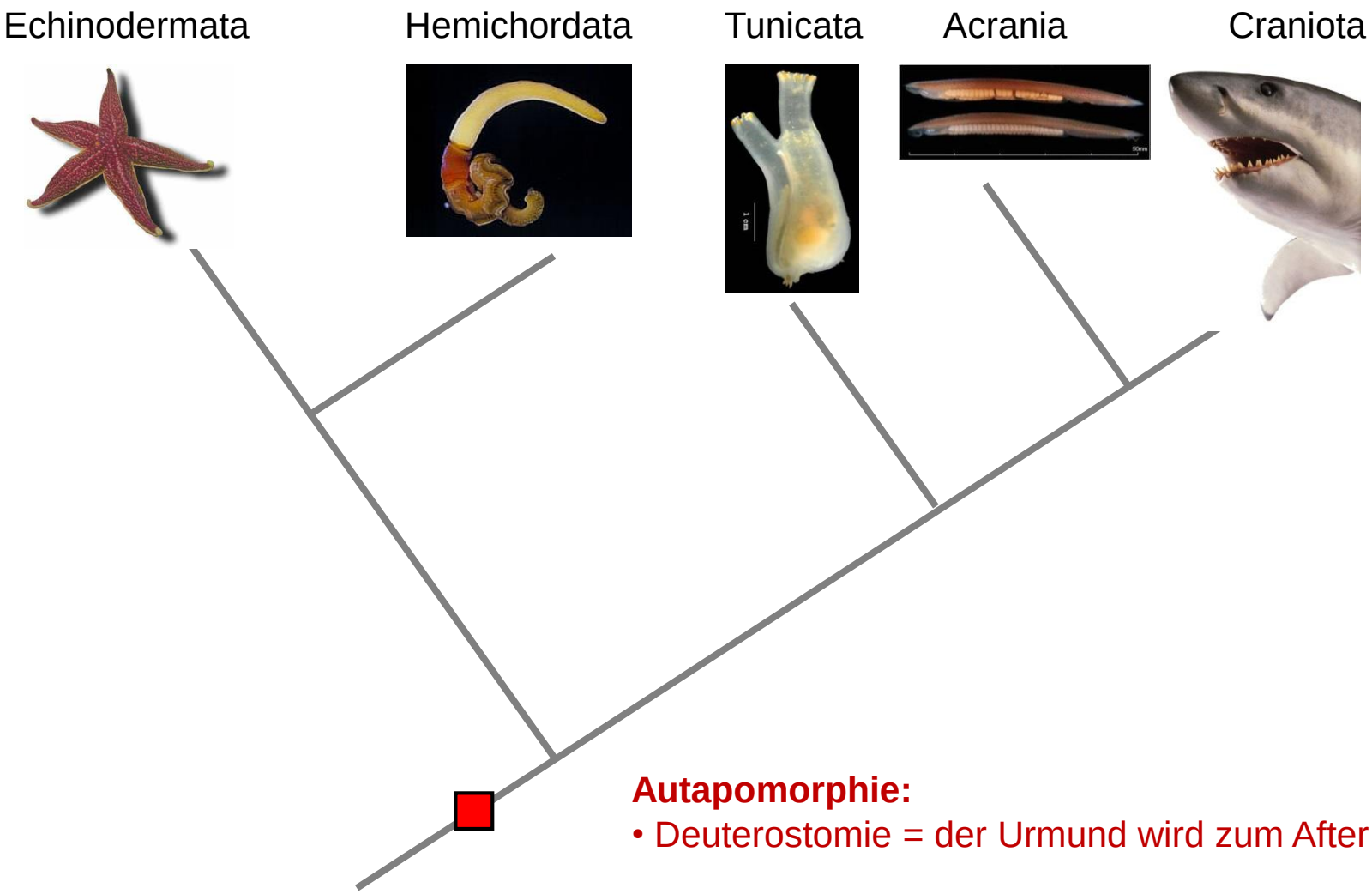






System der Deuterostomia („Neumünder")

- **Die wichtigsten Taxa**

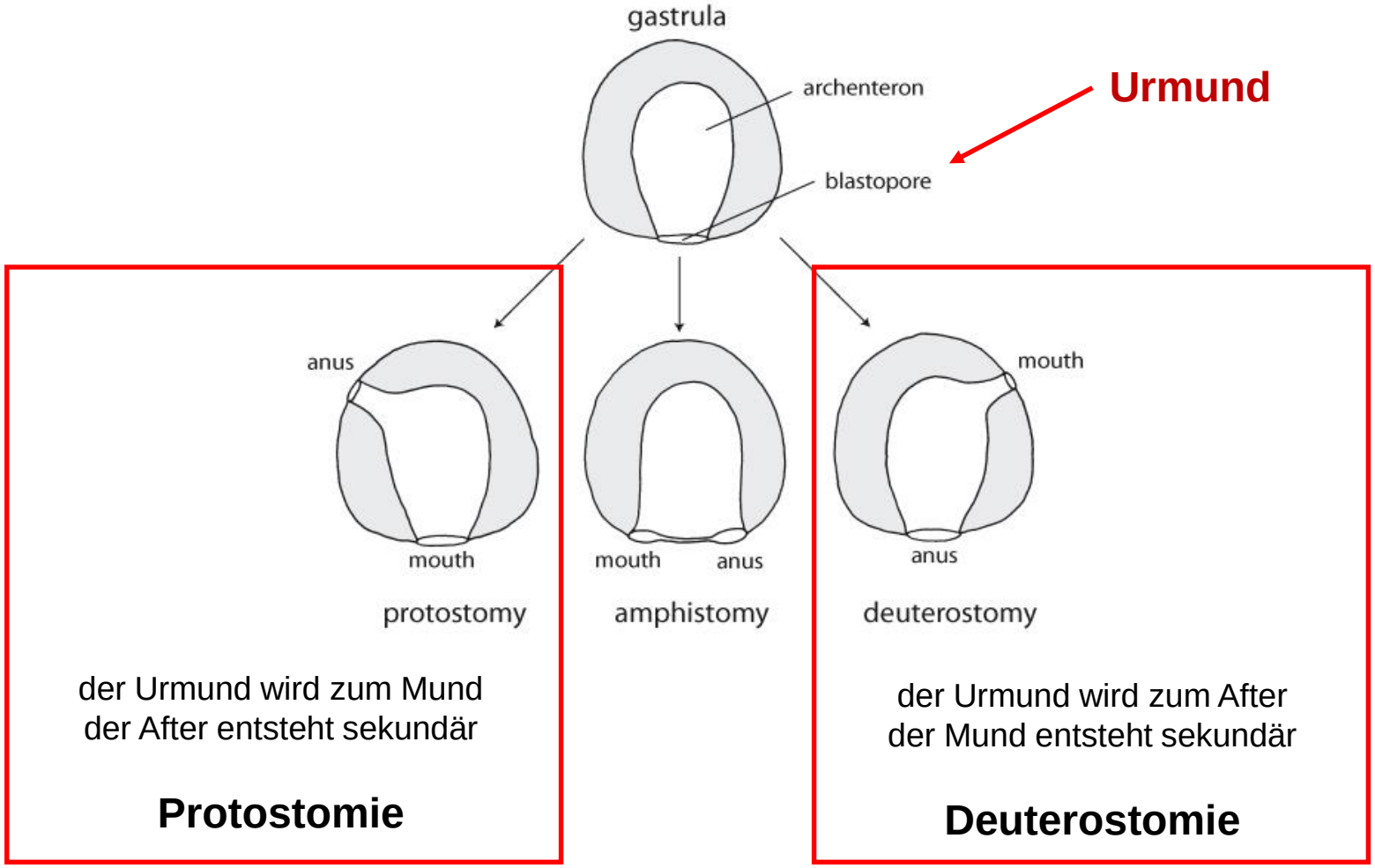


Autapomorphie:

• Deuterostomie = der Urmund wird zum After

Von „Ur-Mündern" und den „Neu-Mündern"

- **Deuterostomie – Die Betonung des Blastoporus**



Sedgwick (1884) - Amphistomie

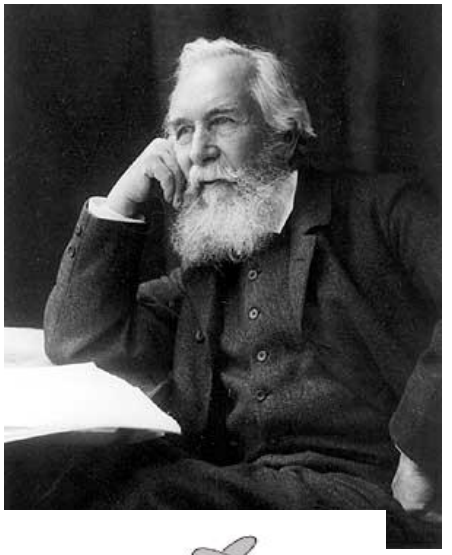
Grobben (1908) - Protostomia / Deuterostomia

Haeckels „Gastraea-Theorie" - Vom Wunschdenken eines Zoologen

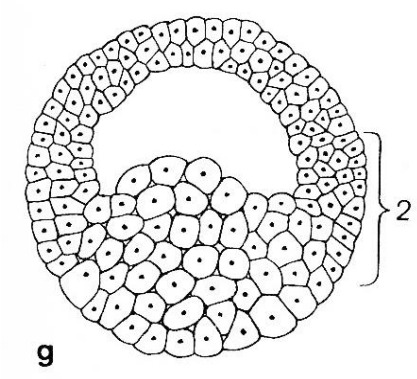
- **Vorstellungen zur Evolution der Metazoa:**

  erstes vielzelliges Tier

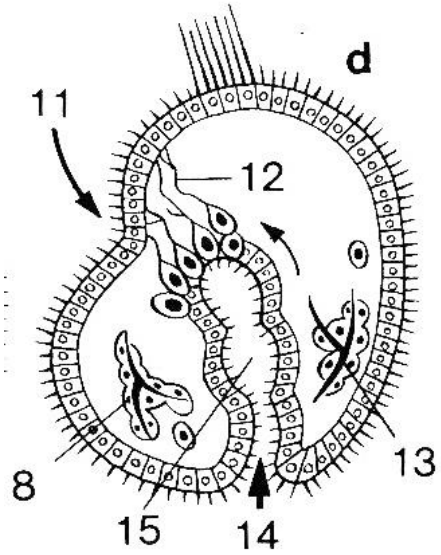
  = Kolonie begeißelter Protozoen – koloniebildende Flagellata

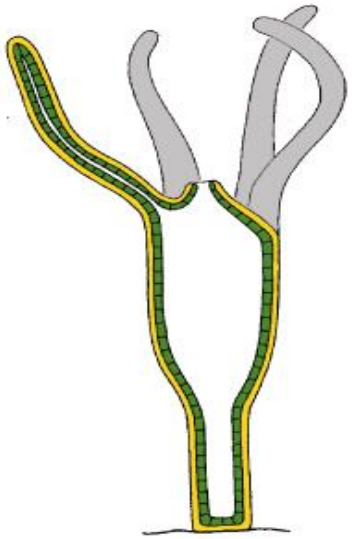


- **„Gastraea“ – Von der Blastaea zur Gastraea**



Von *Volvox* zu den Porifera ?



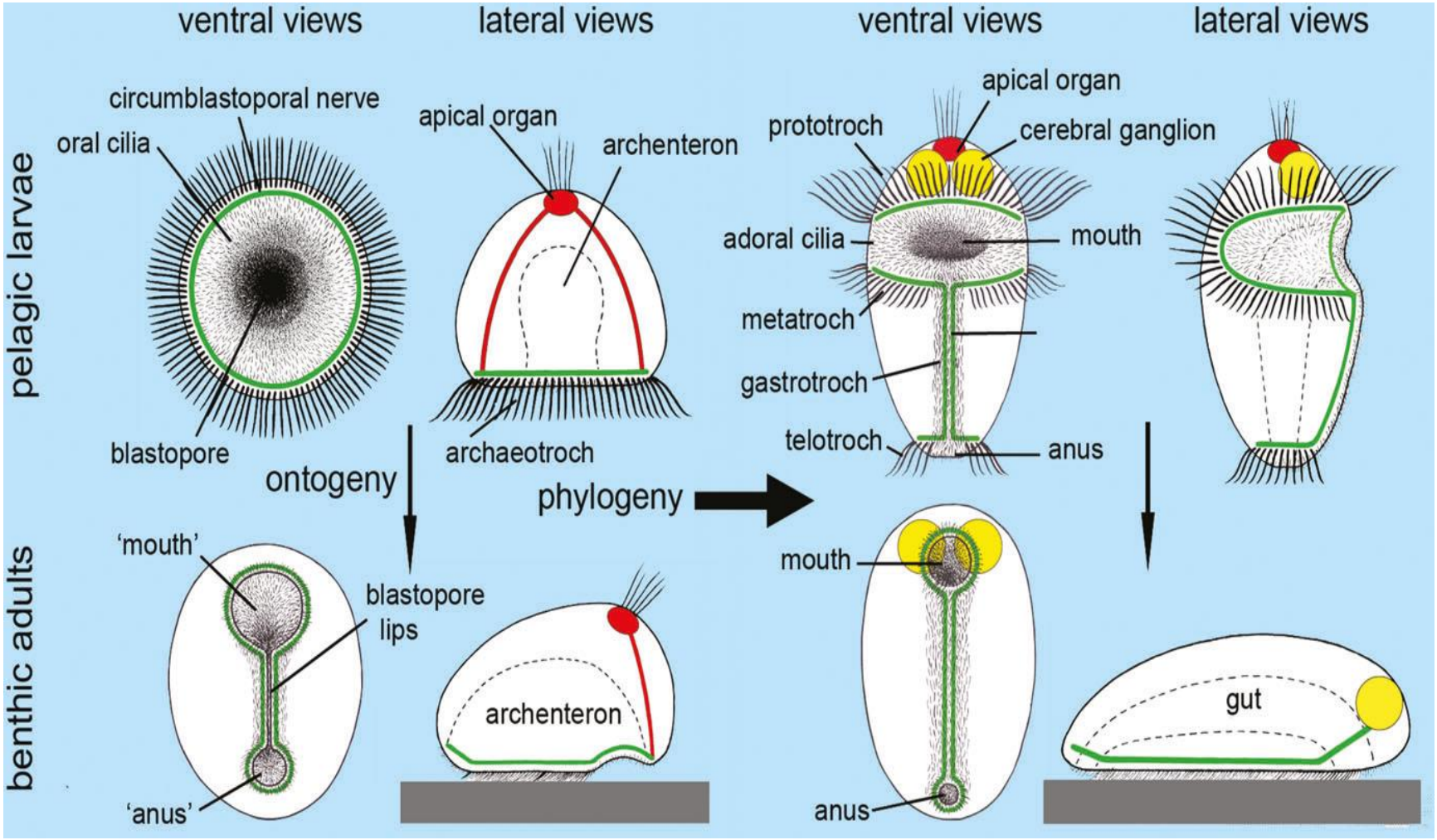


- **Oder: Jovan Hadzi (Univ Ljubljana, Slow.) – acoelomorpher Wurm**

Deuterostomie

- **Trochaea-Theorie:**

Claus Nielsen – Biol. Reviews 2015

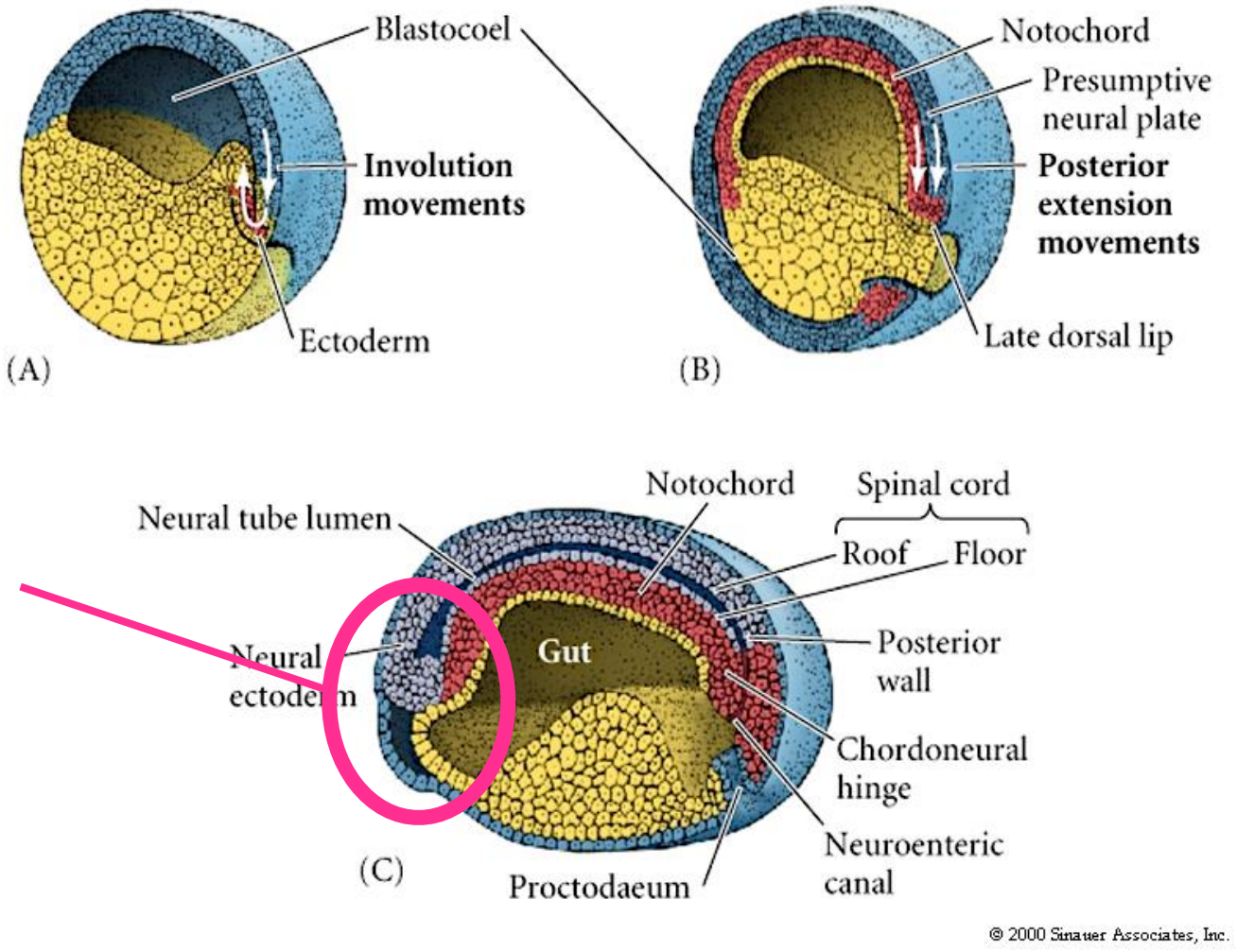


Hypothetisch: pelago-benthischer Vorfahr

Hypothetisch: Spiralia-Vorfahr

Deuterostomia

- **Deuterostomie – Blastoporus wird After, Mund wird neu gebildet**

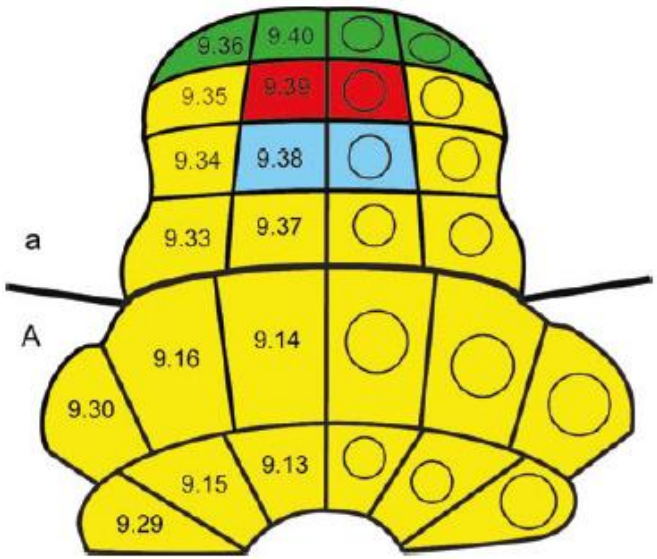


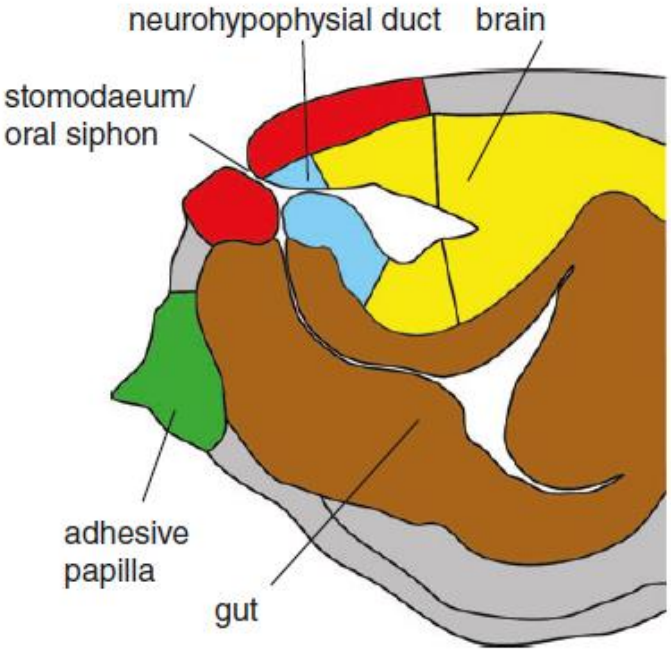
spätere Kopfregion

Aus: Gilbert: Developemental Biology

Deuterostomie – Zum Ursprung des „Neu-Mundes"

- **Zell-Linien der Mund-Region der Ascidie *Ciona intestinalis***

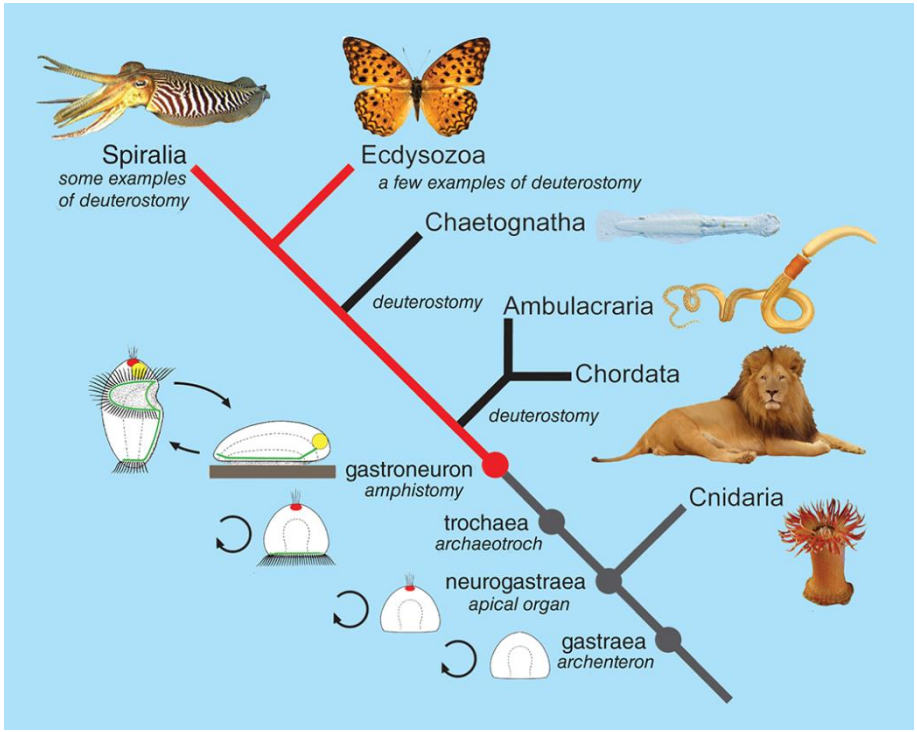




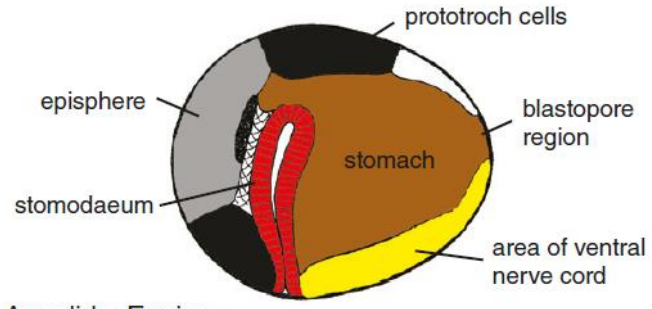
Claus Nielsen – Biol. Reviews 2015

Deuterostomie – auch bei einigen Protostomiern

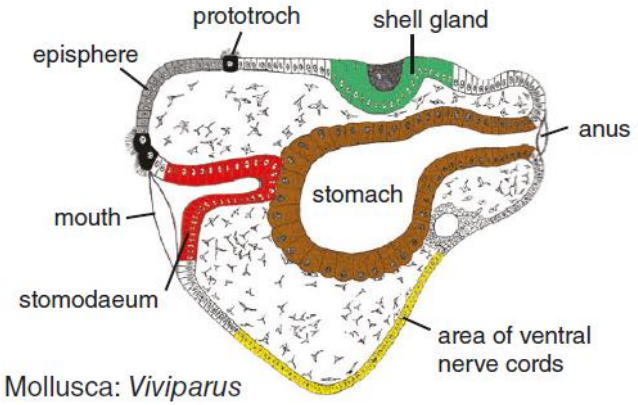
- **Spiralia (Annelida + Mollusca)**
- **Ecdysozoa**



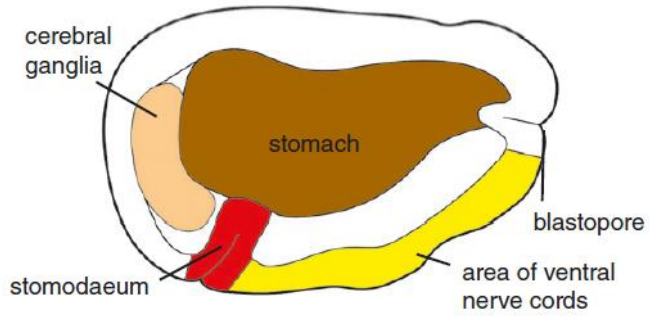
Claus Nielsen – Biol. Reviews 2015



Annelida: Eunice



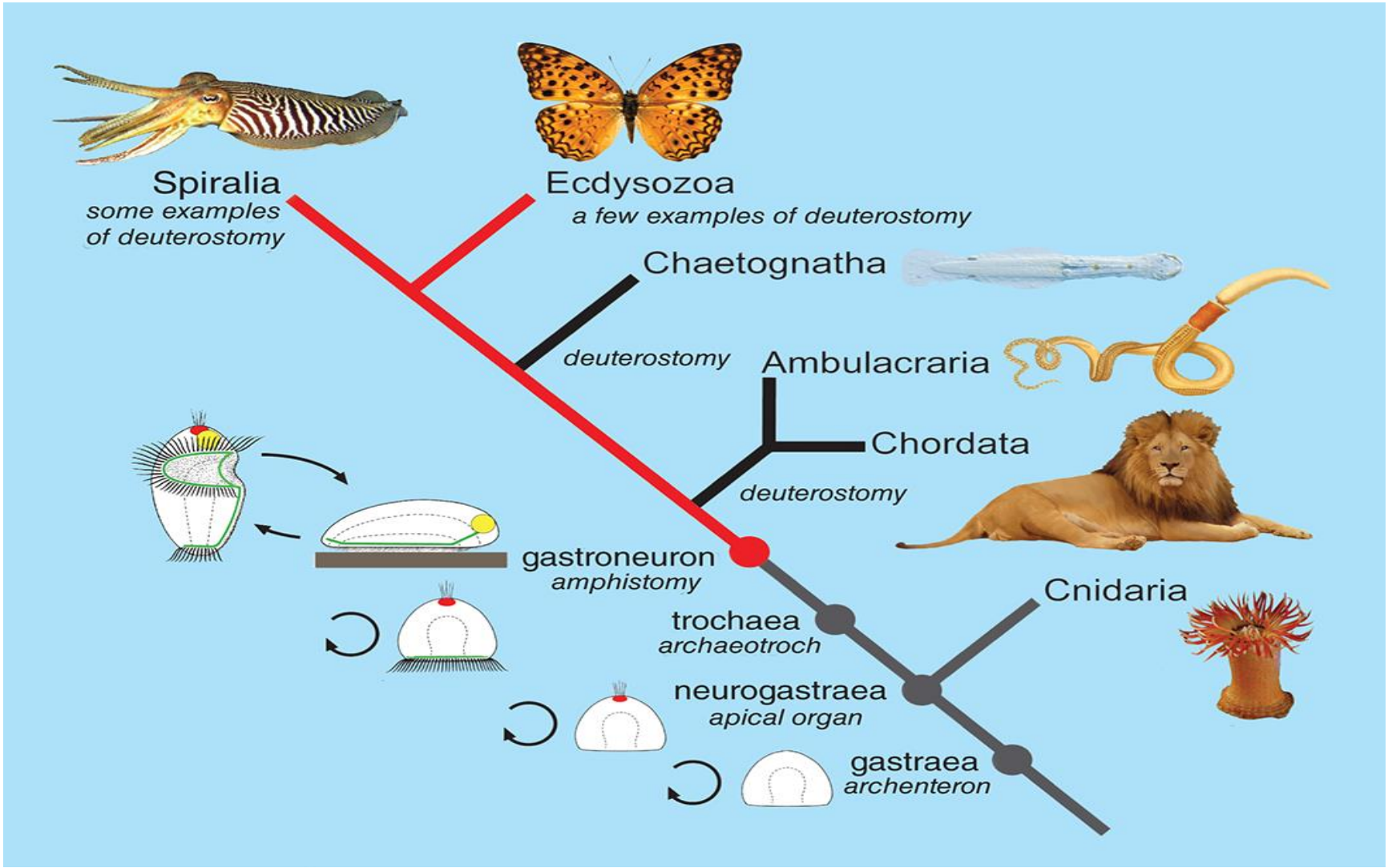
Mollusca: *Viviparus*



Arthropoda: *Peaneus*

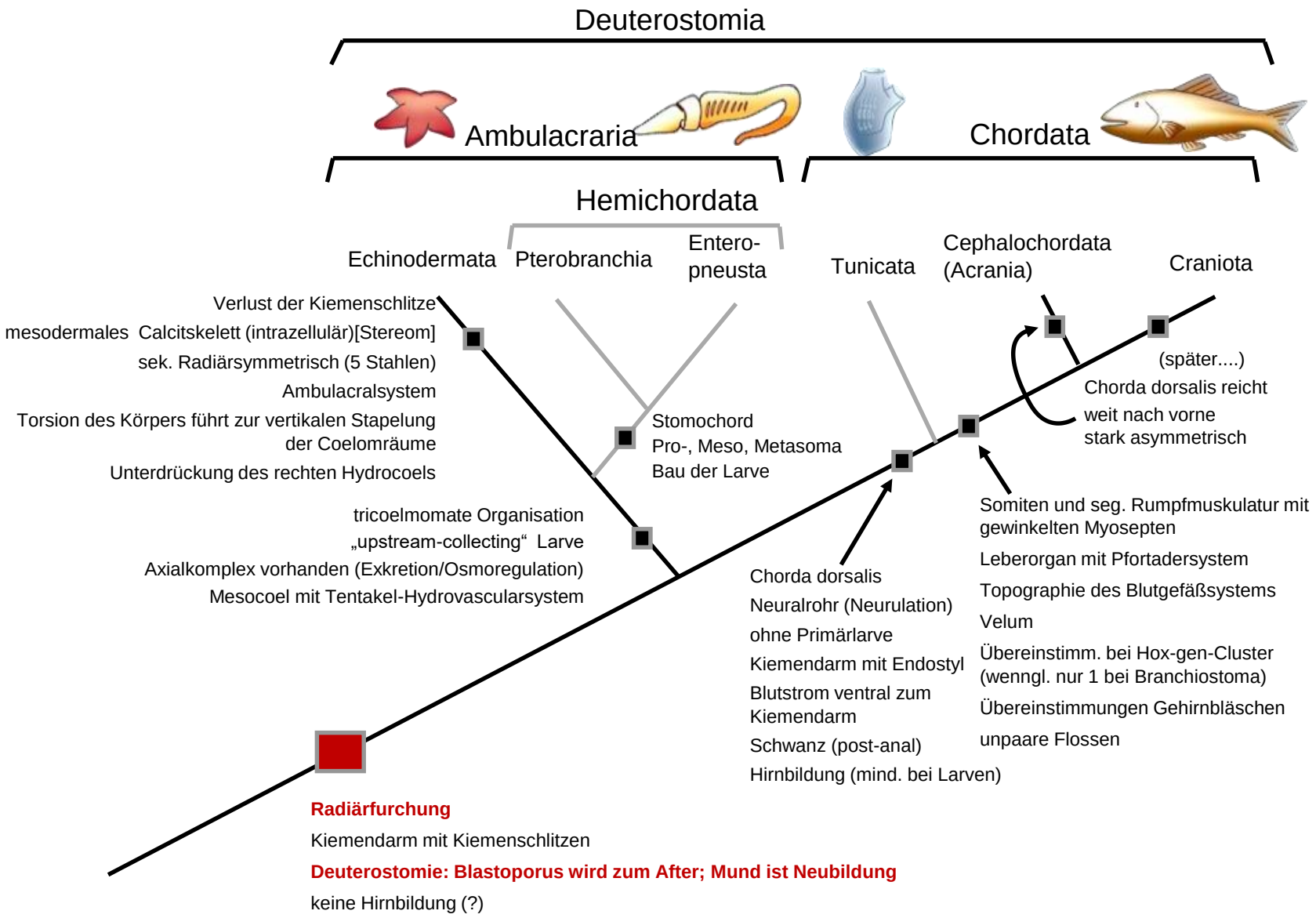
Deuterostomie – Vom Ende ihrer Autapomorphie

- **Evolution der Bilateria: von der Gastraea zur Trochaea**



Claus Nielsen – Biol. Reviews 2015

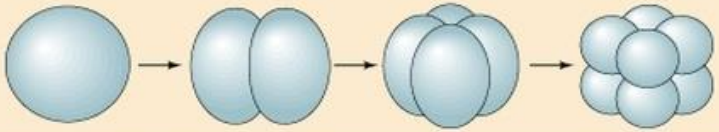
System der Deuterostomia („Neumünder")



Deuterostomia

- **Radiärfurchung**

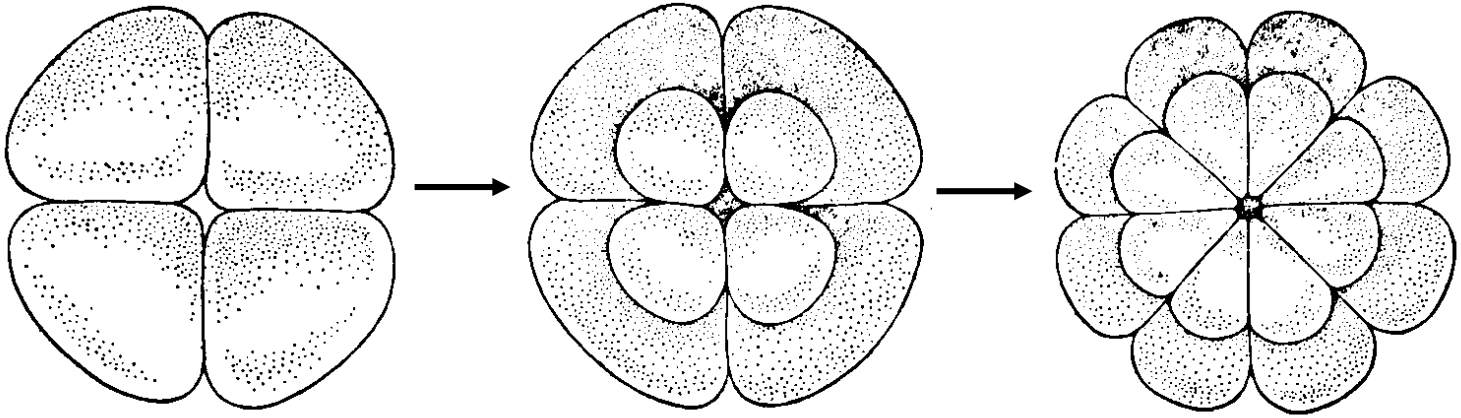
I. HOLOBLASTIC
A. **Isolecithal**
1. Radial
Echinoderms, amphioxus



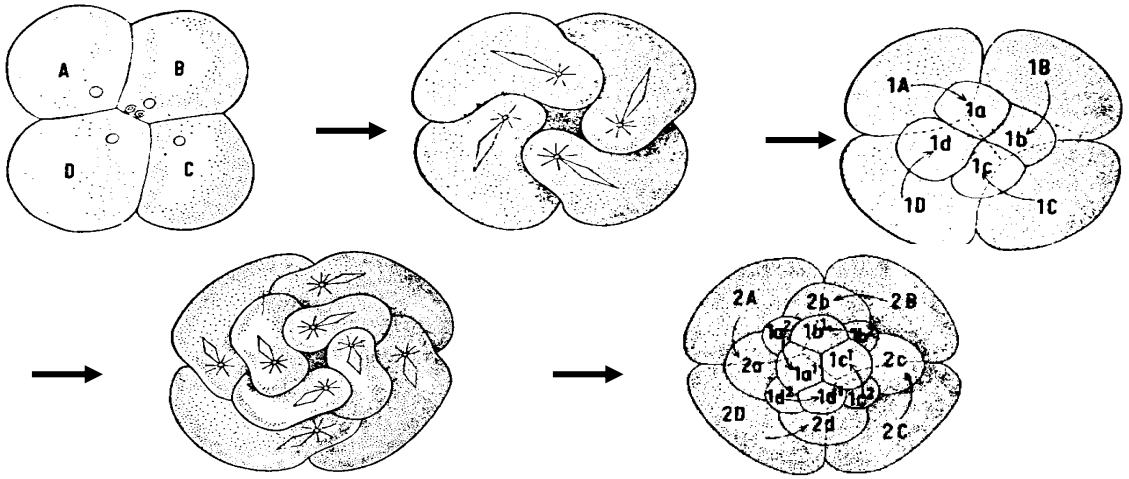
Aus: Gilbert: Developemental Biology

Deuterostomia - Furchungsmodi

- **Radiärfurchung** **(z.B. Cnidaria, einige Tentaculata, Deuterostomia)**

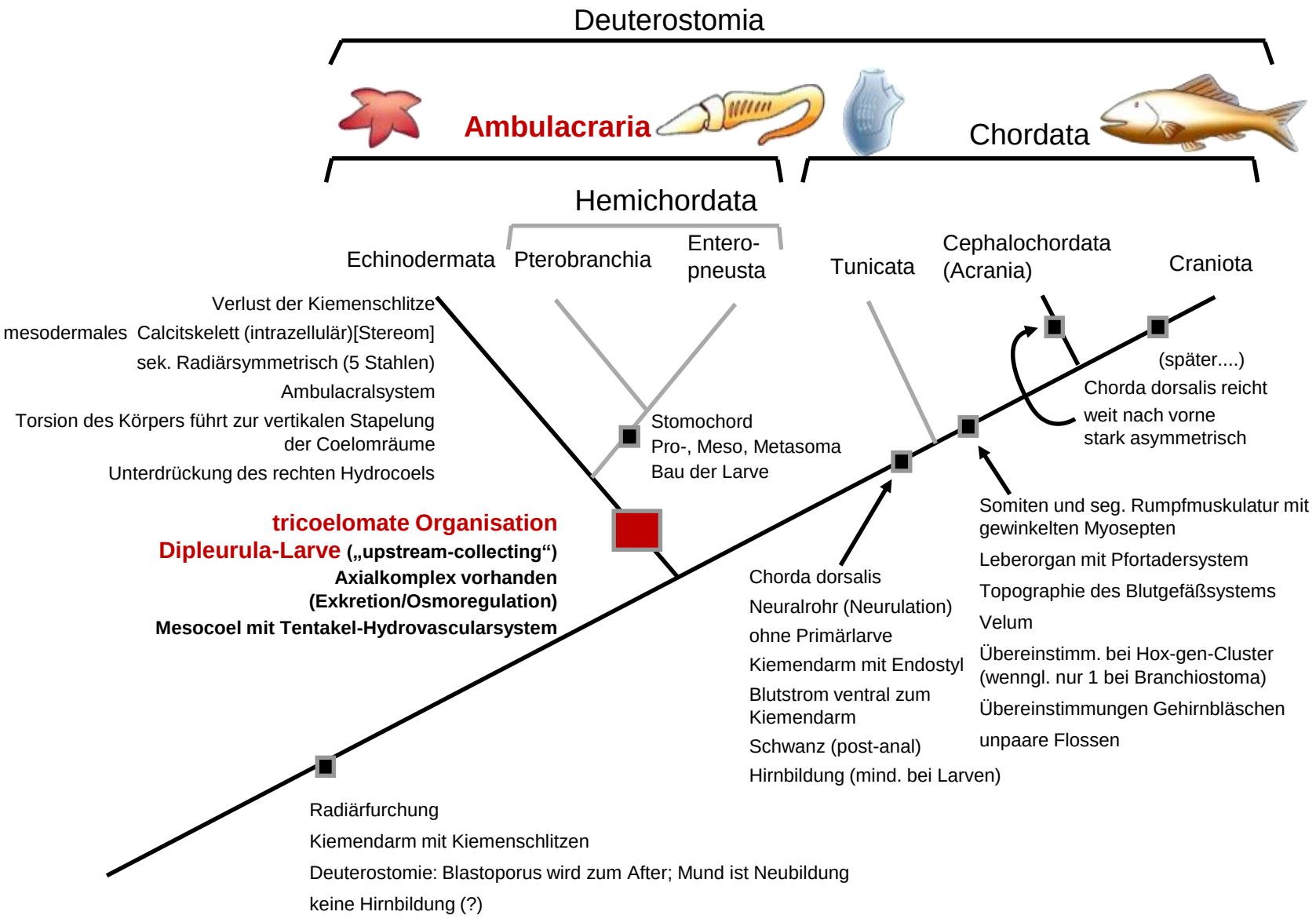


- **Spiralfurchung** **(Spiralia: Platheminthes, Trochozoa: Mollusca & Annelida)**



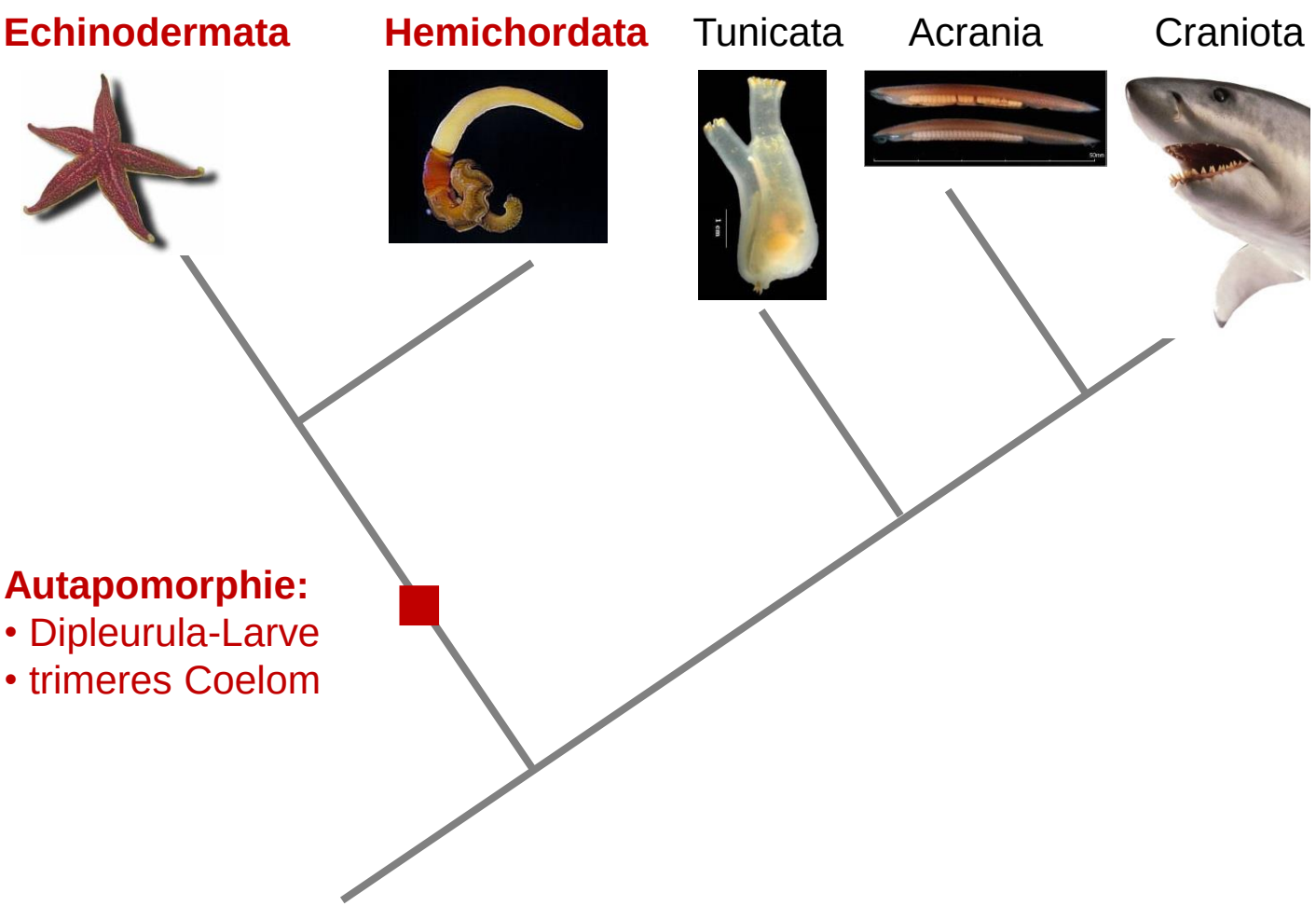
Echinodermata (Stachelhäuter)

System der Deuterostomia („Neumünder")



Echinodermata

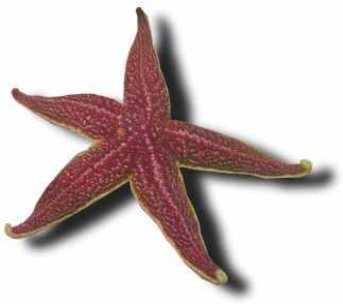
- **Merkmale der Stammlinie zu den Stachelhäutern**



Echinodermata

Ambulacraria

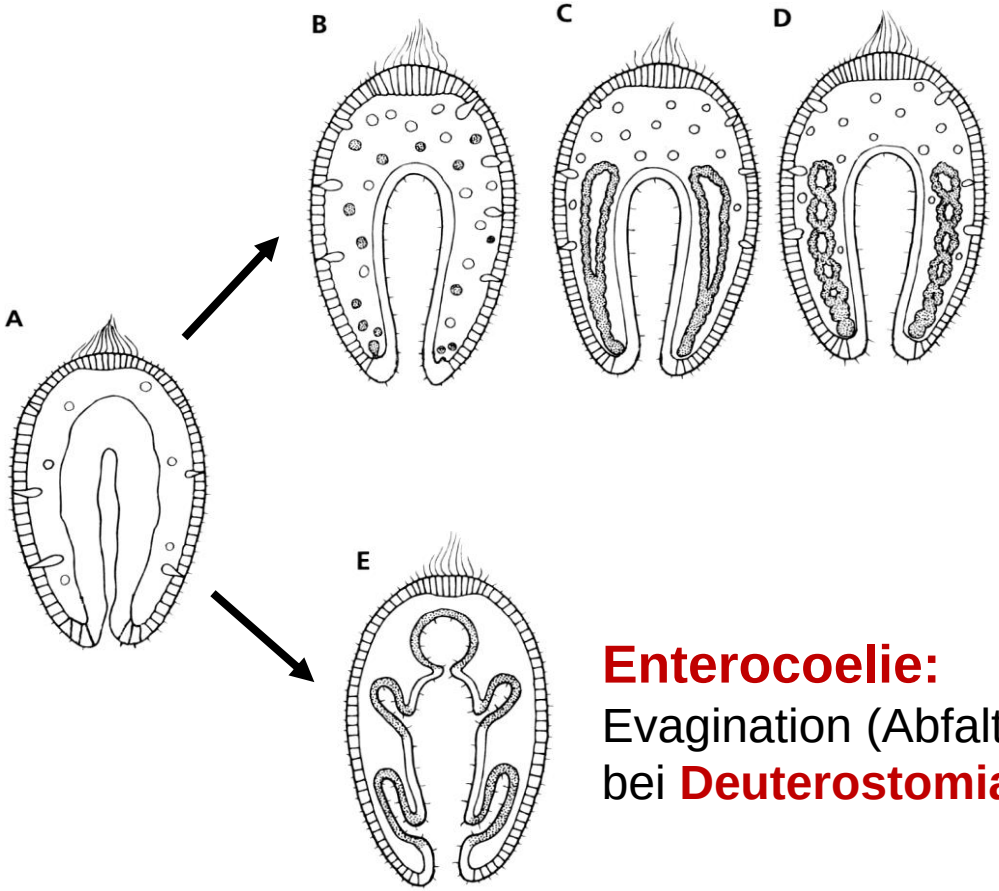
Echinodermata | **Hemichordata**



Autapomorphie:
- Dipleurula-Larve
- trimeres Coelom

Echinodermata: Oder Wie man ein Coelom-Tier wird

- **Arten der Mesoderm- und Coelomentstehung**



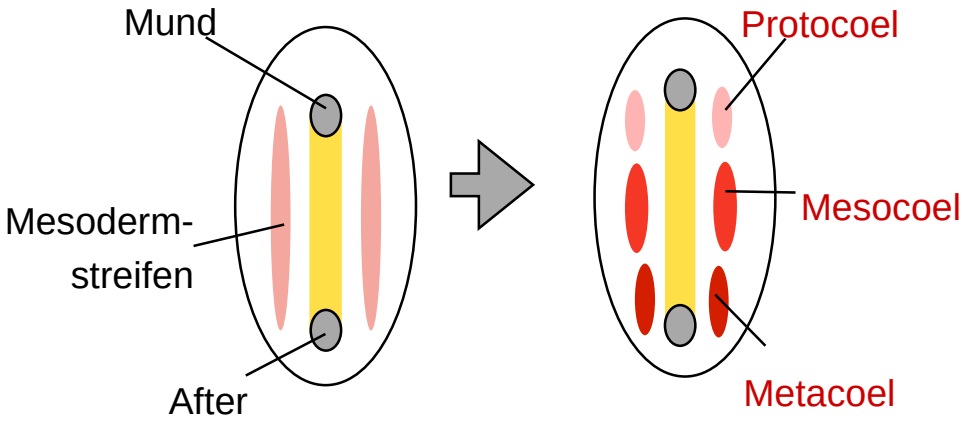
Einwanderung von Endomesenchym (z. B. Teloblasten der Mollusken)

Schizocoelie: Bildung von Coelomepithel aus Endomesenchym

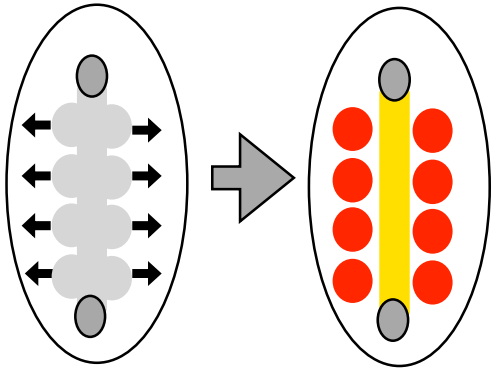
Enterocoelie:
Evagination (Abfaltung) von Endoderm bei **Deuterostomia**

Deuterostomia

- **tricoelomate Organisation**
  - **– Unterteilung in 3 Coelomabschnitte**
  - **& Modi der Coelom-Bildung**



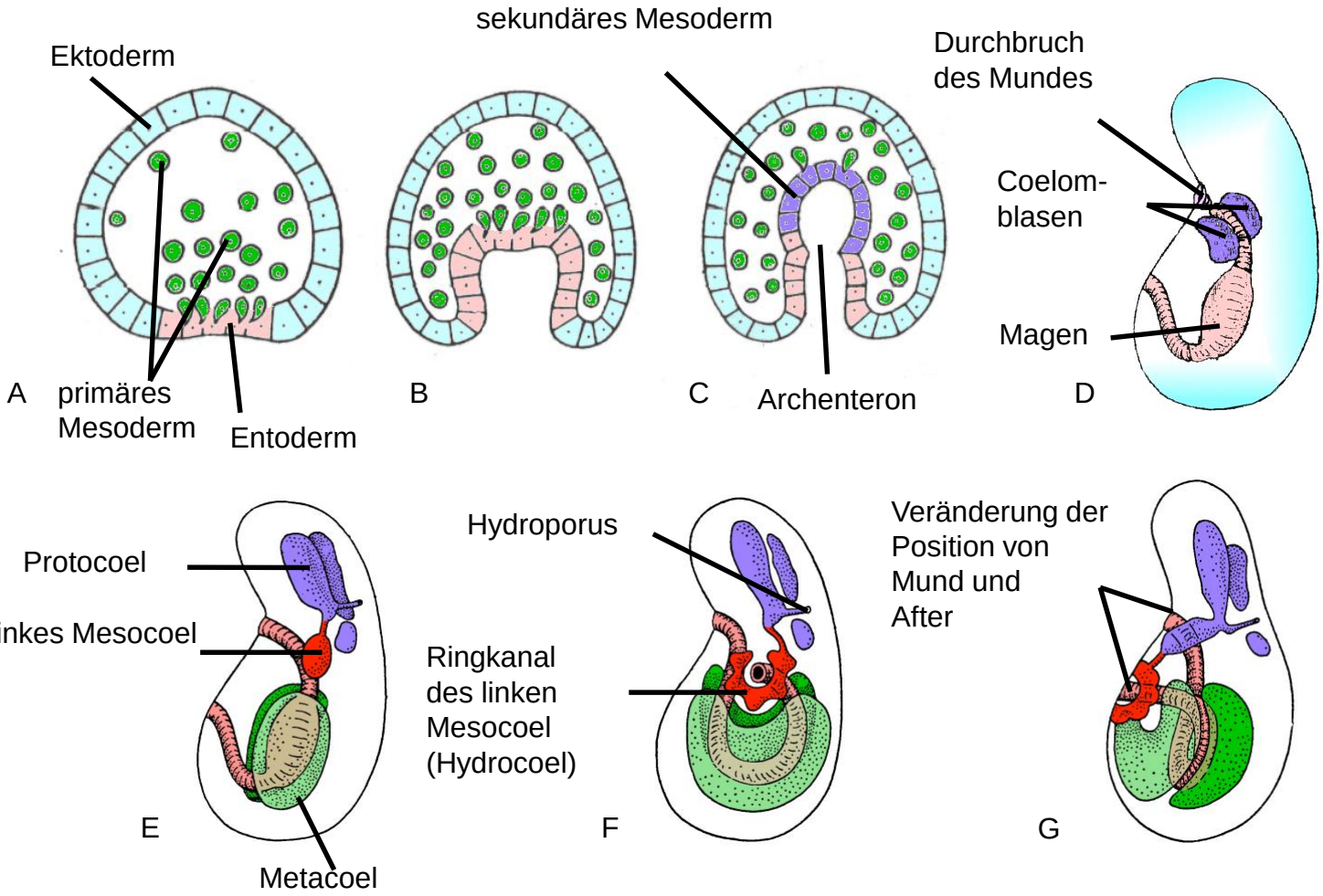
Archimerie (tricoelomat)



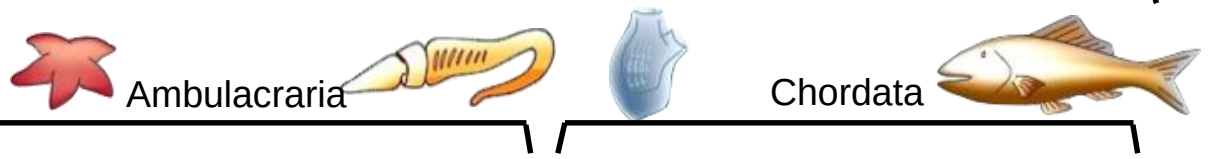
Enterocoelie

Echinodermata

- **Entwicklung des Coeloms**



System der Deuterostomia („Neumünder")



Deuterostomia

Ambulacraria

Chordata

Hemichordata

Echinodermata

Pterobranchia

Entero-
pneusta

Tunicata

Cephalochordata
(Acrania)

Craniota

Verlust der Kiemenschlitze

Mesodermales **Calcitskelett** (intrazellulär)[Stereom]

sek. radiärsymmetrisch (5 Strahlen)

Ambulacralsystem (aus linkem Mesocoel)

Torsion des Körpers führt zur vertikalen

Stapelung der Coelomräume

Unterdrückung des rechten Hydrocoels

Stomochord
Pro-, Meso, Metasoma
Bau der Larve

(....)

Chorda dorsalis reicht
weit nach vorne
stark asymmetrisch

tricoelmomate Organisation

„upstream-collecting" Larve

Axialkomplex vorhanden (Exkretion/Osmoregulation)

Mesocoel mit Tentakel-Hydrovascularsystem

Somiten und seg. Rumpfmuskulatur mit gewinkelten Myosepten

Leberorgan mit Pfortadersystem

Topographie des Blutgefäßsystems

Velum

Übereinstimm. bei Hox-gen-Cluster (wenngl. nur 1 bei Branchiostoma)

Übereinstimmungen Gehirnbläschen

unpaare Flossen

Chorda dorsalis

Neuralrohr (Neurulation)

ohne Primärlarve

Kiemendarm mit Endostyl

Blutstrom ventral zum Kiemendarm

Schwanz (post-anal)

Hirnbildung (mind. bei Larven)

Radiärfurchung

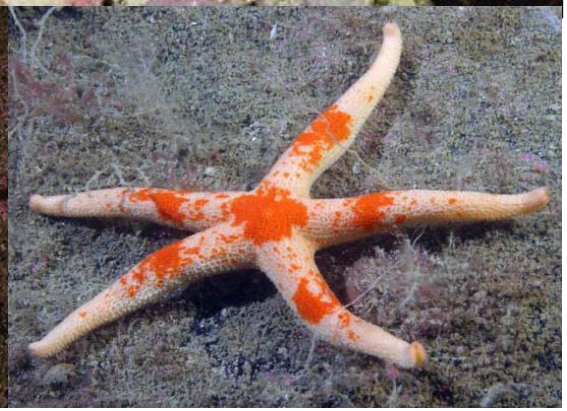
Kiemendarm mit Kiemenschlitzen

Deuterostomie: Blastoporus wird zum After; Mund ist Neubildung

keine Hirnbildung (?)

Echinodermata

- **Asteroidea (Seesterne)**



http://www.seawater.no/fauna/echinodermata/Asteroidea.html

Echinodermata

- **Echinoidea (Seeigel)**

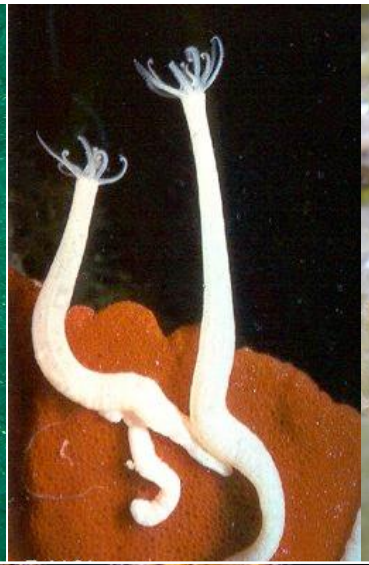
Echinus esculentus

Echinodermata

- **Holothuroidea (Seegurken)**

Echinodermata

- **Holothuroidea (Seegurken)**



Echinodermata

- **Ophiuroidea (Schlangensterne)**

Echinodermata

- **Ophiuroidea (Schlangensterne)**

***Ophiothrix fragilis*; © Fiona Crouch; www.marlin.ac.uk**

Echinodermata

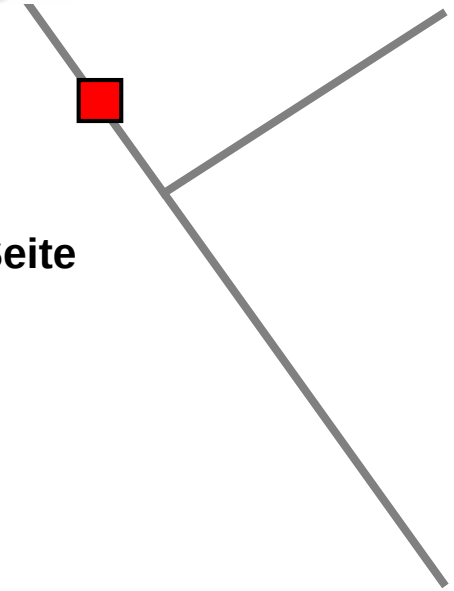
- **Ophiuroidea (Schlangensterne)**

Echinodermata

- **Stachelhäuter – ca. 7.000 Arten (13.000 fossile Arten!)**

Echinodermata

Hemichordata



Autapomorphien:

- **pentamere (5-strahlige) Symmetrie**
- **Kalkskelett**
- **Entwicklung mit Betonung der linken Seite**

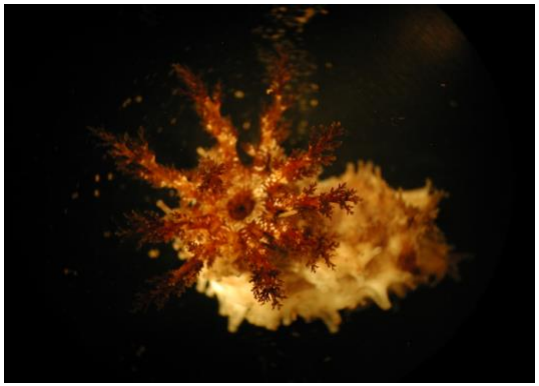
- **Schwestergruppe der Hemichordata**
- **erstes Auftreten: mittleres Kambrium**

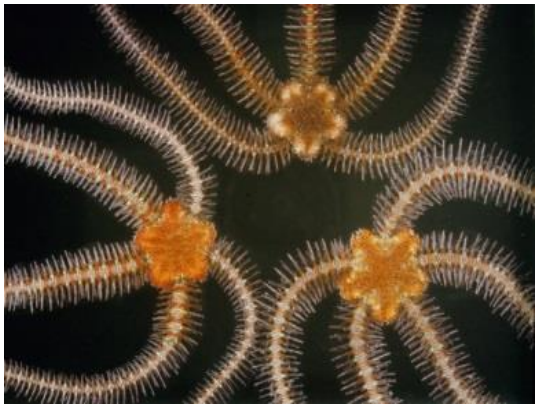
Echinodermata

- **Autapomorphie:**

Pentamere Symmetrie: alle Echinodermen sind 5-strahlig symmetrisch.

ABER: die Larven sind bilateral-symmetrisch, die 5-strahlige Symmetrie entwickelt sich erst während der Entwicklung.

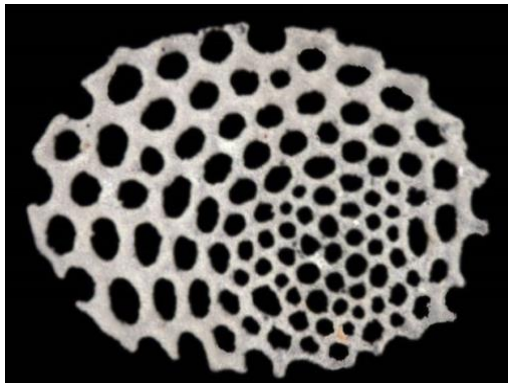


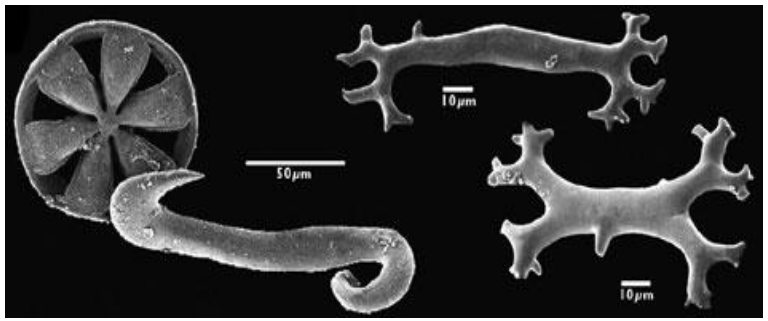


Echinodermata

- **Autapomorphie:**

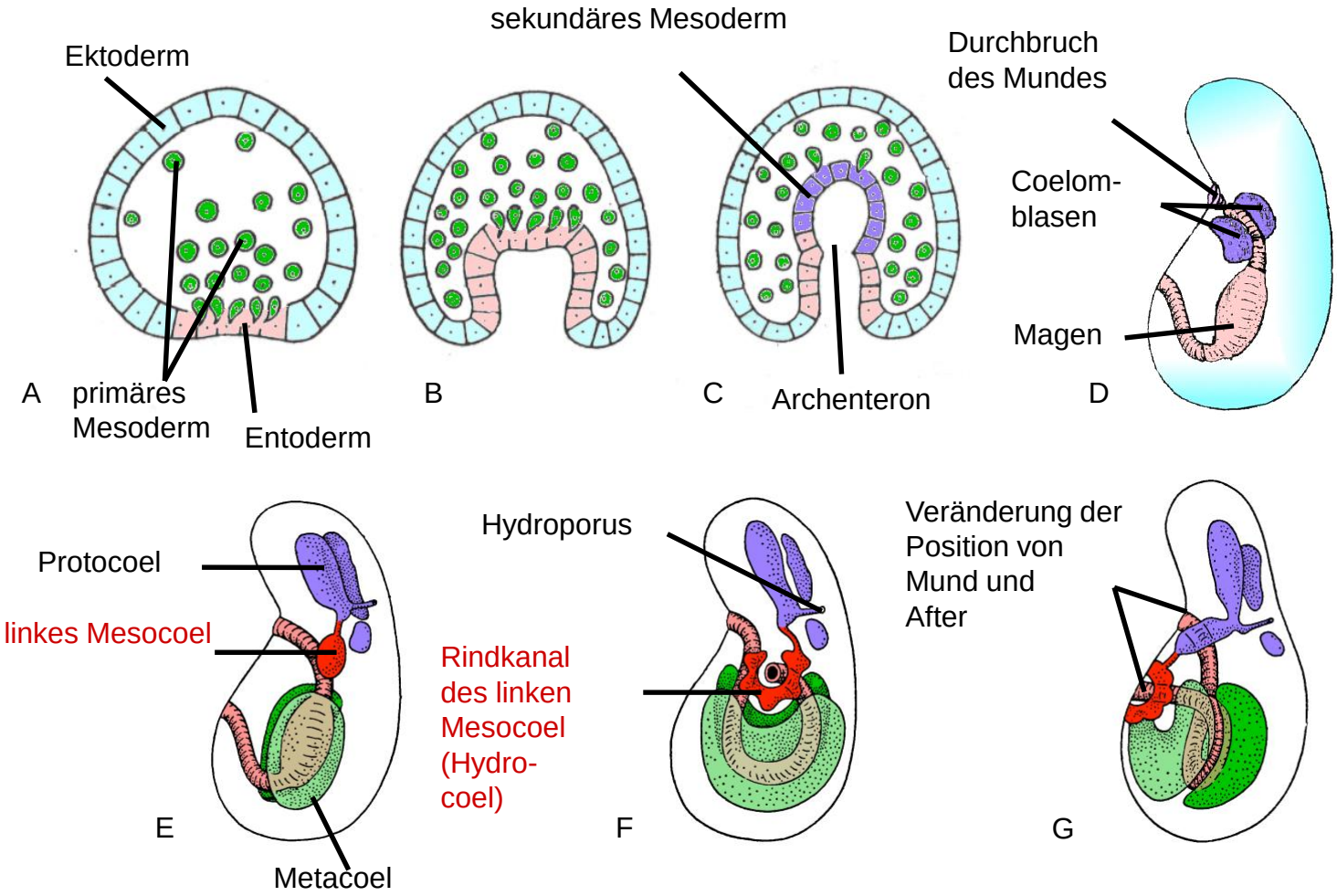
Kalkskelett: Echinodermen besitzen ein inneres Kalkskelett.
Bei den Seeigeln ist es rundum geschlossen, bei anderen besteht es aus einzelnen Elementen.
Die Seegurken haben ihr Skelett auf kleine Kalkelemente – Mikrosklerite - reduziert.





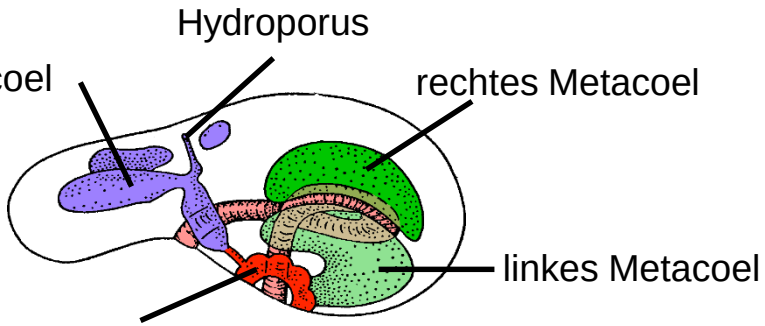
Echinodermata

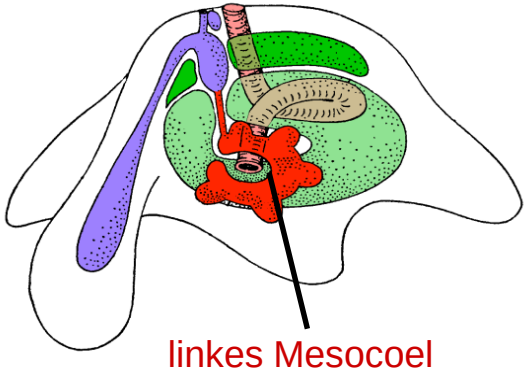
- **Entwicklung des Coeloms**

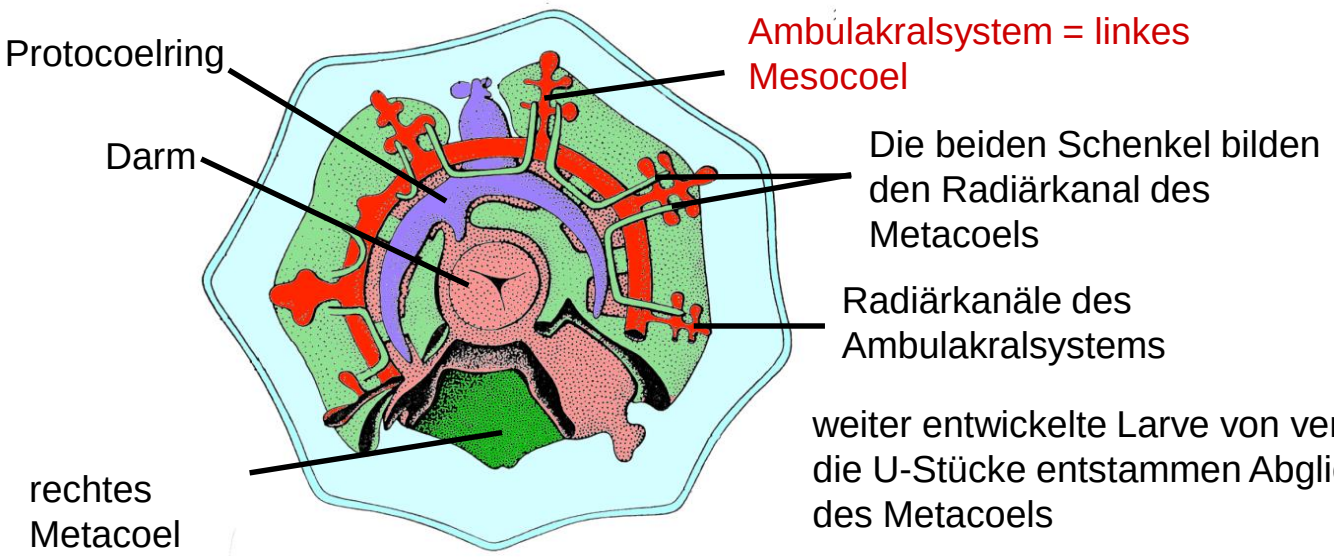


Echinodermata

- **Entwicklung des Coeloms bei Echinodermata**







Ambulakralsystem = linkes Mesocoel

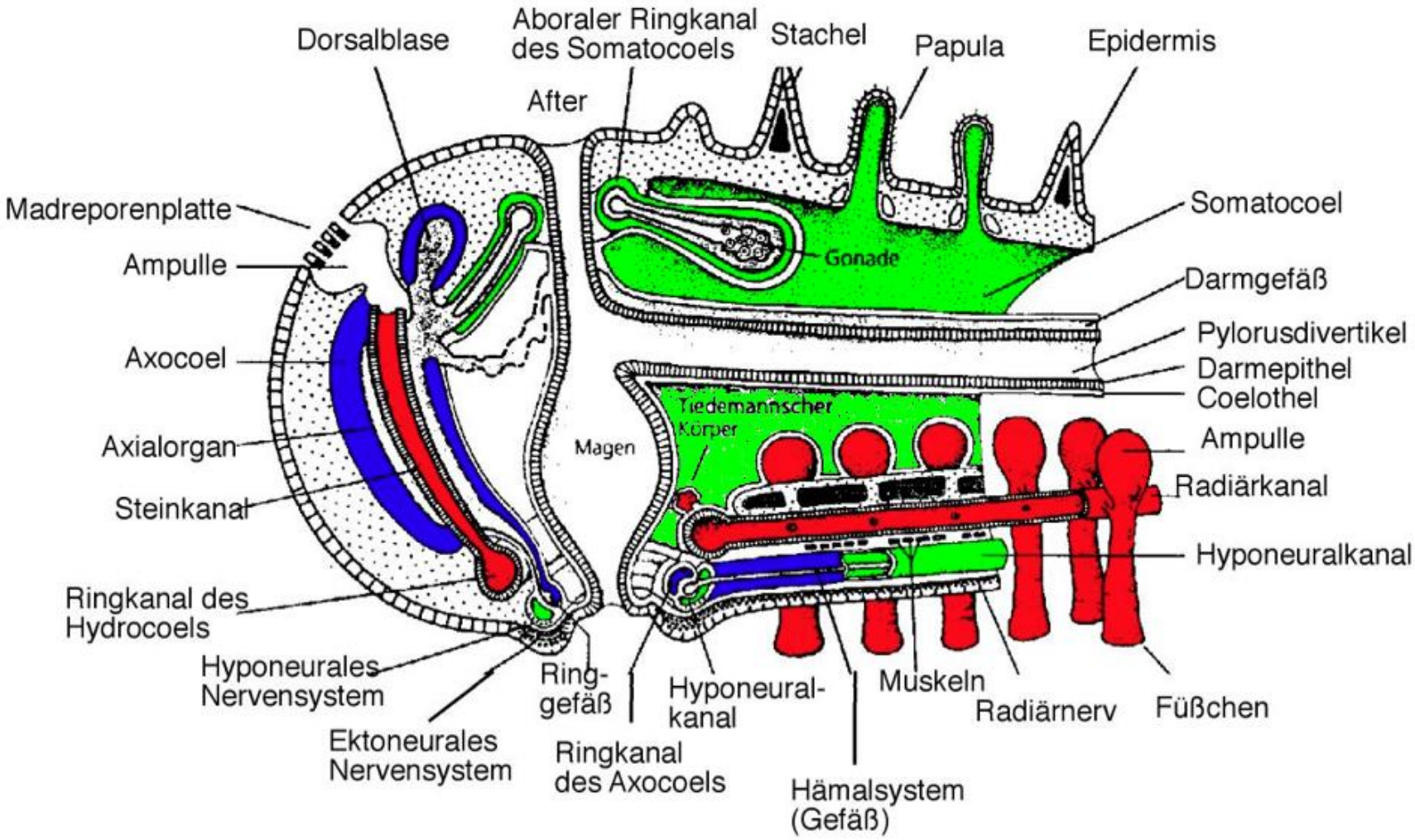
Die beiden Schenkel bilden den Radiärkanal des Metacoels

Radiärkanäle des Ambulakralsystems

weiter entwickelte Larve von ventral, die U-Stücke entstammen Abgliederungen des Metacoels

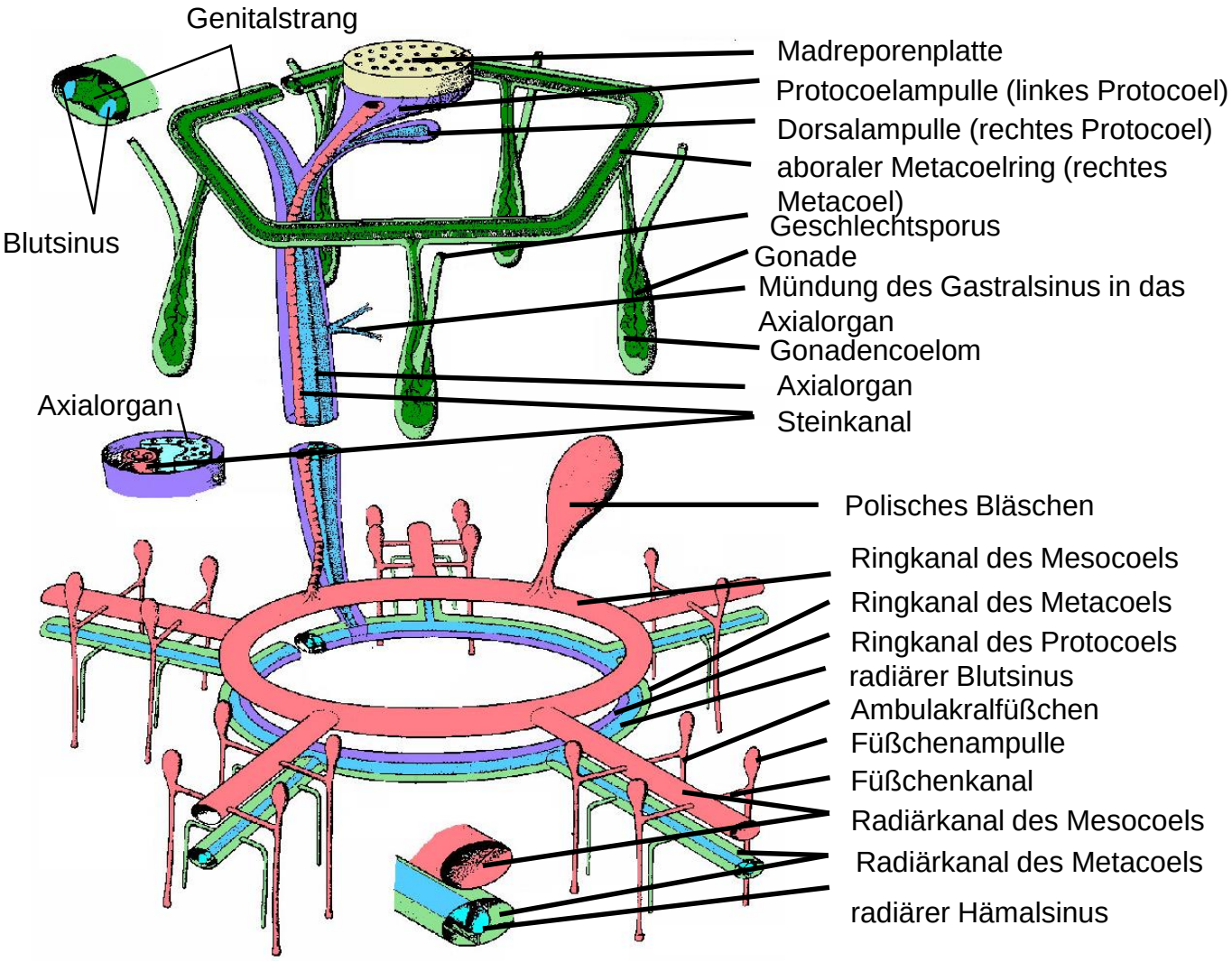
Echinodermata

- **Coelom der Seesterne**



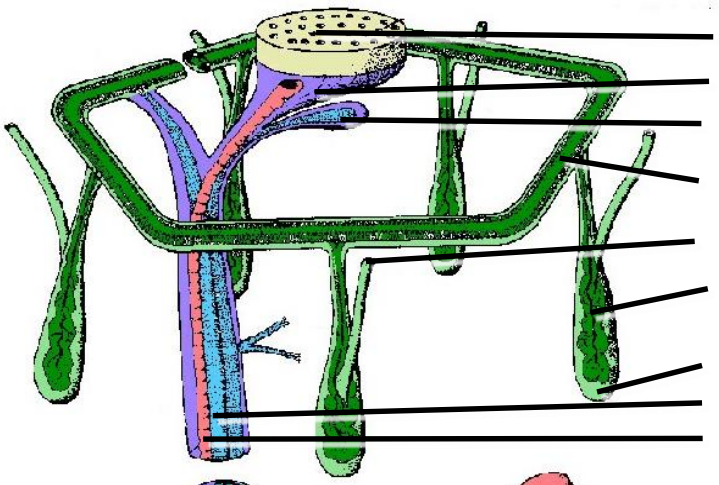
Echinodermata

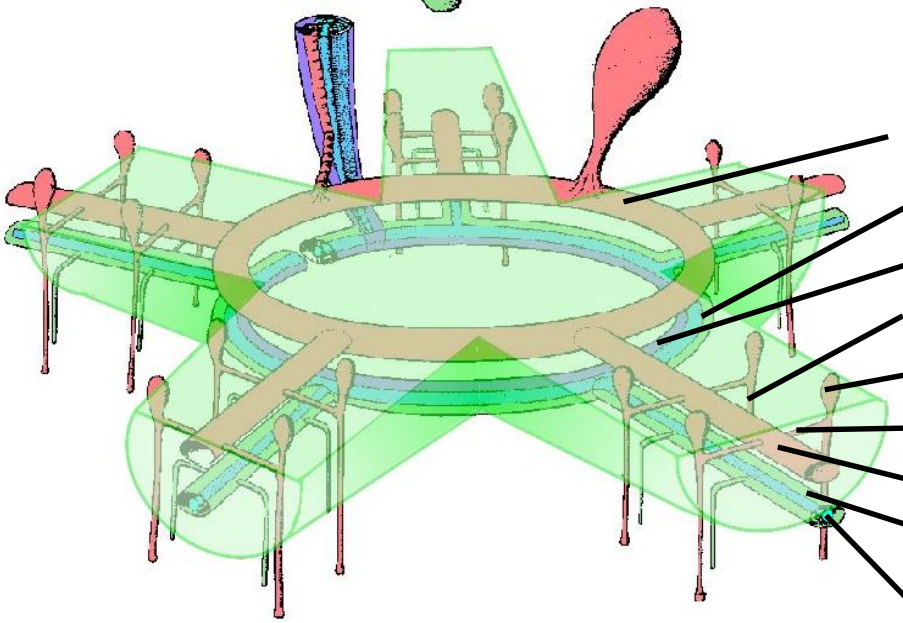
- **Coelomsystem der Seesterne (Asteroidea)**



Echinodermata

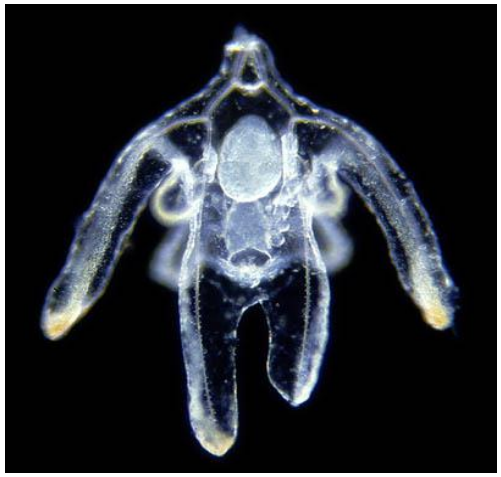
- **Coelomsystem der Seesterne (Asteroidea)**



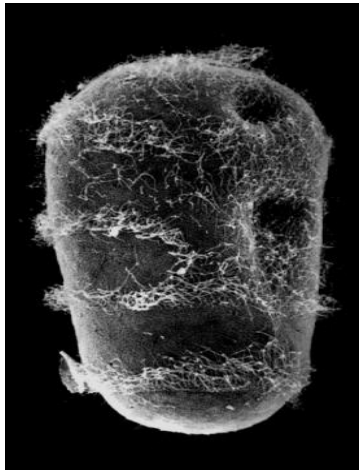


Echinodermata

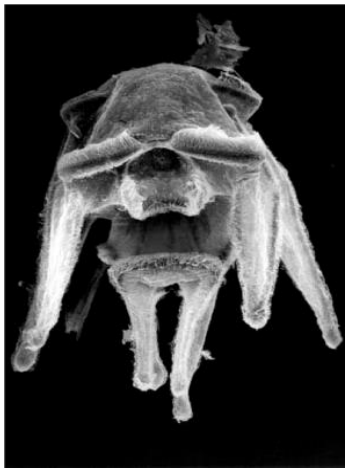
- **Fortpflanzung: Die Larven**



Ophiuroidea

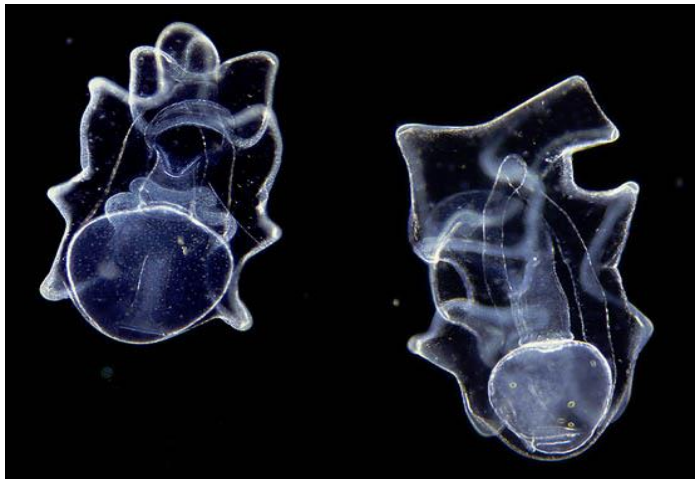


Crinoidea: *Doliolaria*



Echinoidea:

Strongylocentrotus



Asteroidea: *Asterias*

Holothurie:

Auricularia

http://scaa.usask.ca/gallery/lacalli/

Echinodermata

- **Larven: Dipleurula-Typ**

Doliolaria
(Crinoidea)

Auricularia
(Holothuroidea)

Ophiopluteus
(Ophiuroidea)

Echinopluteus
(Echinoidea)

Bipinnaria
(Asteroidea)

Brachiolaria
(Asteroidea)

Ophiopluteus
Metamorph.
(Ophiuroidea)

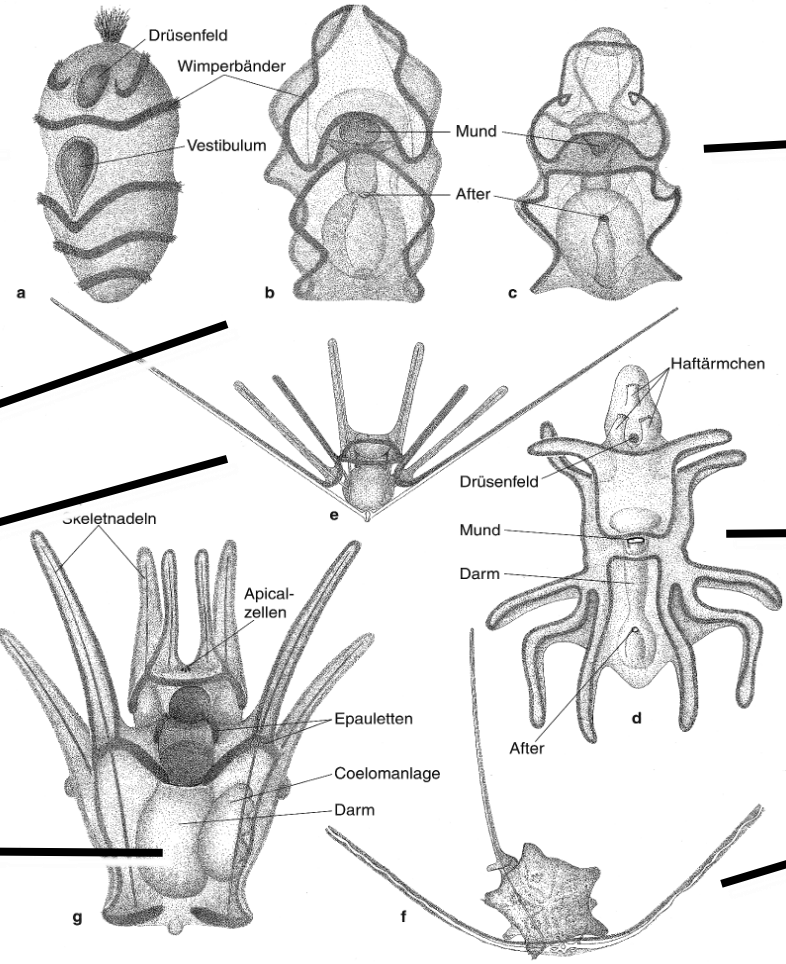


Abb. 148: Echinodermenlarven. a. Doliolaria-Larve von *Antedon* (Crinoidea), vom zunächst geschlossenen Vestibulum geht die Bildung erheblicher Anteile des erwachsenen Körpers aus. b. Auricularia-Larve von *Stichopus* (Holothuroidea). c. Bipinnaria-Larve von *Astropecten* (Asteroidea). d. Brachiolaria-Larve von *Asterias rubens* (Asteroidea). e. Ophiopluteus-Larve von *Ophiothrix* (Ophiuroidea). f. Metamorphose einer Ophiopluteus-Larve. g. Echinopluteus-Larve von *Strongylocentrotus* (Echinoidea).

(Storch / Welsch: Kükenthals Zoologisches Praktikum)

Echinodermata

- **Die Teilgruppen der Stachelhäuter**

Pelmatozoa

Eleutherozoa

Seelilien
(Crinoidea)

Seesterne
(Asteroidea)

Schlangensterne
(Ophiuroidea)

Seeigel
(Echinoidea)

Seegurken
(Holothuroidea)

- **gestielt, sessil**

(paläozoisch – rezent)

Echinodermata

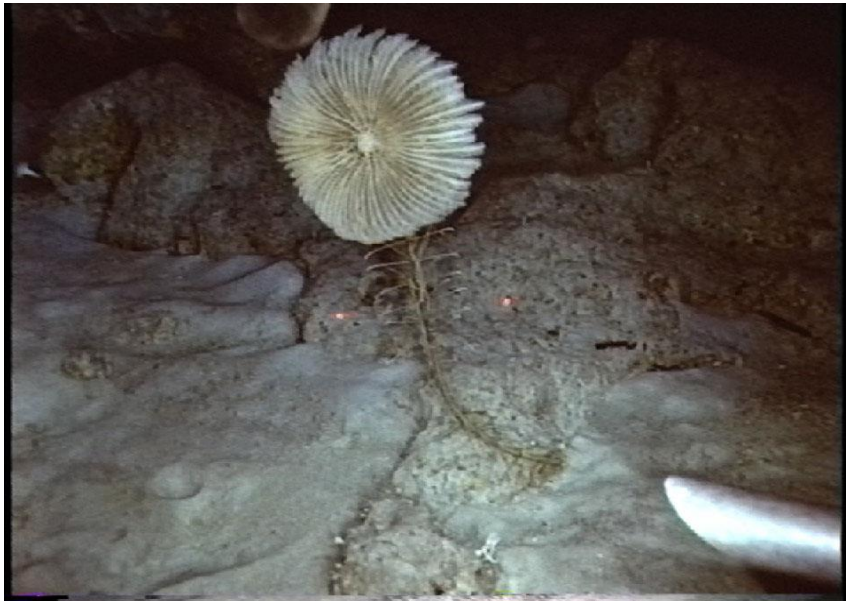
- **Crinoida**

Haarsterne

- ca. 550 Arten im Flachwasser

Seelilien

- ca. 70 Arten in tieferem Wasser



Echinodermata

- **Crinoidea – Haarsterne und Seelilien**

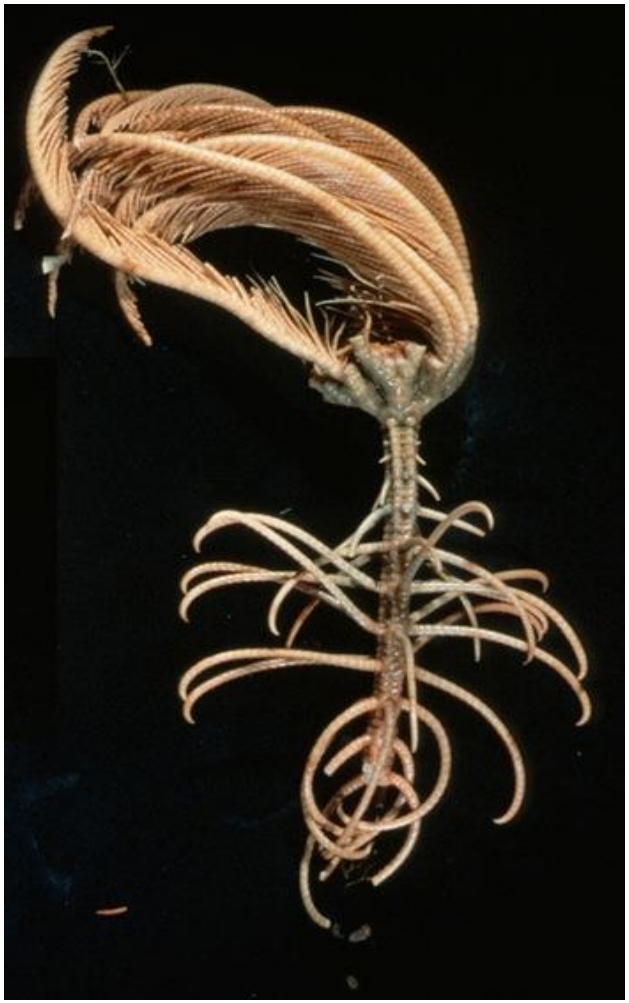
http://www.ramblincameras.com/Ipcinv5b.htm

Copyright © 1998 WBM Enterprises

Echinodermata

- **Crinoidea – Seelilien und Haarsterne**

  - sessil oder halbsessil
  - Kleinpartikelfiltrierer



Seelilie, Crinoidea

Systematische Zoologie

- **Die Vorlesung – *Was werden Sie hören ?***

Biodiversität der Tiere 9:45-11:15 Großer Hörsaal
61-011 Systematische Zoologie

Termin	KW	Datum	Thema	
1	14	2. Apr.	Einführung Zool. Systematik, Protista	
2	15	9. Apr.	Einführung, Metazoa	
3	16	16. Apr.	Metazoa, Bilateria	Protostomia
4	17	23. Apr.	Platyzoa - Mollusca	
5	18	30. Apr.	Annelida - Nematoda	
6	19	7. Mai.	Ecdysozoa: Chelicerata	
7	20	14. Mai.	Crustacea	
		Christi Himmelfahrt 21. Mai		
8	22	28. Mai.	Myriapoda - Insecta	
		Pfingstunterbrechung 4. Juni		
9	24	11. Jun.	Deuterostomia, Echinodermata	Deuterostomia
10	25	18. Jun.	Acrania, Pisces - Amphibia	
11	26	26. Jul.	Reptilia - Aves	
12	27	02. Jul 20	Mammalia	
	30	24. Jul 20	Haupttermin (Freitag)	
	40	02. Okt 20	Wiederholungstermin (Freitag)	